Посвящается Лорне, Селии,
Сету и Франческе

THE TREE OF LIFE

Solving Science's Greatest Puzzle

Max Telford

JOHN MURRAY

Макс Телфорд

ДРЕВО ЖИЗНИ

Величайшая научная головоломка

Перевод с английского

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Москва, 2027

УДК 575.8
ББК 28.02
Т31

Переводчик Мария Елифёрова
Научный редактор Яна Шурупова, канд. биол. наук
Редактор Валентина Бологова

Телфорд М.

Т31 Древо жизни: Величайшая научная головоломка / Макс Телфорд ; Пер. с англ. — М. : Альпина нон-фикшн, 2027. — 382 с. : ил.

ISBN 978-5-91671-985-7

На протяжении столетий ученые пытались раскрыть тайну возникновения жизни на Земле и понять, как она приобрела столь впечатляющее разнообразие форм и как мы связаны с остальными видами. Со временем все более совершенные генетические методы позволили приблизиться к ответам на эти вопросы. В своей книге эволюционный биолог Макс Телфорд демонстрирует, как реконструкция древа жизни — родословного древа, показывающего взаимосвязи видов, — позволяет раскрыть истинную историю появления жизни.

Усилиями Телфорда на страницах книги разветвленные эволюционные деревья — от первых эскизов Чарльза Дарвина до огромных схем, создаваемых учеными сегодня, — превращаются в машины времени, благодаря которым мы отправляемся в захватывающее путешествие по четырем миллиардам лет истории живого. Мы встретим давно потерянных предков, узнаем, как обрели позвоночник и утратили хвосты, обнаружим, что насекомые «на самом деле» являются ракообразными, а собаки теснее связаны с китами, чем с тасманийскими волками, на которых они так похожи. Древо жизни — не застывшее изображение, а живое, изменчивое явление, постоянно обновляющее наше представление о прошлом, настоящем и будущем жизни на Земле.

УДК 575.8
ББК 28.02

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в интернете и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru

© Max Telford, 2025
© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2027

ISBN 978-5-91671-985-7 (рус.)
ISBN 978-1-32406-542-5 (англ.)

Оглавление

Предисловие 7

Часть I. Что такое древо жизни?

1. Решая величайшую головоломку науки 15
2. Венерина мухоловка и другие невероятные родственники 39
3. Дальний родственник из глубин океана 54
4. Истинная история птиц и пчел 65
5. Мы всё еще рыбы? 83
6. Несколько ужасно больших чисел 91
7. Из вещества того же, что наши гены 103

Часть II. Как путешествовать во времени

8. Знакомьтесь: LUCA, последний универсальный общий предок 117
9. Эволюция от головы до хвоста и первое из животных 134
10. Как насекомые обзавелись крыльями 145
11. Микроскопические попутчики, благодаря которым появились мы с вами 155
12. Когда с деревьями не все в порядке 176
13. Проблемы с генами 192
14. Камни, хранящие тайны веков 204

15. Датировка по нашим генам 218
16. Эмбрионы и морские стрелки 233
17. Рацион червей 241

Часть III. Путешествие по нашему родословному древу

18. Первые три миллиарда лет 259
19. Первые животные 278
20. Путь к млекопитающим 292
21. Конец путешествия 302
22. Деревья внутри нас 318
23. Неизвестные неизвестные и конец всего 337

Благодарности 351
Примечания 353
Предметно-именной указатель 371

Предисловие

Сейчас октябрь, и из окна моего кабинета открывается вид на сельскохозяйственные угодья юго-западного Дорсета, окутанные туманом, как всегда в это время года. Передо мной раскинулась небольшая заросшая травой лужайка, по краям которой растут кусты ежевики, розы и яблони, в земле под травой живут кроты, а летом я видел ежика, ужа, разных птиц (воробьев, зябликов, синиц, канюков, пеночек…), бабочек, жуков, ос, улиток и дождевых червей. За садом виднеются фермерские поля, где растут травы, подсолнухи, рапс и лен, и леса с лисицами, фазанами, различными деревьями, съедобными и ядовитыми грибами и бесчисленными видами членистоногих. Склон холма вдали скрывает множество юрских аммонитов, белемнитов, ихтиозавров и морских лилий. Если бы я сейчас мог заглянуть за холм, я бы увидел водоплавающих птиц в лагуне Флит, косу Чесил-Бич, а затем Ла-Манш, в котором обитают морские водоросли, дельфины, катраны, скумбрии, каракатицы, пескожилы, круглые и плоские черви, приапулиды, эхиуриды, морские стрелки — и это далеко не полный список.

Почти в любом месте на Земле достаточно немного присмотреться, прислушаться или принюхаться, чтобы заметить, как потрясающе разнообразна жизнь. Причем из моего окна не видно тысяч более пугливых, редких и мелких видов

животных, растений и грибов, а также миллионов невидимых одноклеточных существ, скрывающихся в полях, лесах и водах вокруг меня, — от водорослей до бактерий. Дух захватывает не только от количества видов, но и от их разнообразия; даже крайне неполное представление о видах, обитающих в пределах пары километров от моего дома, позволяет судить о бесчисленных уникальных признаках — перьях, костях, раковинах, семенах, хлоропластах, ксилеме и флоэме, мышцах, мозгах, когтях, зубах, рогах и самых различных типах глаз. На самом деле список изобретений природы ошеломляет еще больше, чем длинный перечень видов, обладающих ими.

Если проследить за множеством эволюционных сюжетов, рассказ о том, *как* возникло все это разнообразие — и множество видов, и их многочисленные признаки, — станет историей самой необычайной череды событий во Вселенной.

* * *

Вам, вероятно, известна в общих чертах наша собственная история: от древних форм жизни и их скромных истоков через развитие более сложных клеток к появлению первых животных, от рыб к амфибиям, от млекопитающих к обезьянам и, наконец, от древних людей к *Homo sapiens*. Но задумывались ли вы, откуда берутся знания, позволяющие составить даже такое краткое изложение нашего прошлого? Можем ли мы выяснить, когда в ходе эволюции у животных возникли мышцы, зубы и шерсть? И узнать, что еще происходило на планете, когда все эти признаки появились? А как насчет биографий остального миллиарда с чем-то видов живых существ?

Теория Дарвина и Уоллеса о происхождении видов путем естественного отбора описывает сам механизм эволюции — шестеренки процесса, который наделил жирафа длинной шеей, а у нас отобрал хвосты. Хотя это, несомненно (несомненно!),

крайне важно, но все же не рассказывает нам истинной истории того, как появилась жизнь, которая сейчас кипит у меня за окном. В книге я хочу сосредоточить внимание на том (и пусть дарвиновский механизм потихоньку тарахтит за кулисами), каким образом мы могли бы изложить бурную историю жизни на Земле. Это альтернативный рассказ об эволюции, цель которого — поведать о событиях, *действительно имевших место*, о том, где они происходили, когда они происходили, кто в них участвовал и кто что кому сказал. Нам хотелось бы узнать побольше о случайностях и совпадениях, породивших нынешнее биоразнообразие — о непредвиденных последствиях эволюции зубов, а также о влиянии вулканов, метеоритов или вирусов на диверсификацию видов.

Задавшись целью изложить историю жизни на Земле, в этой книге я постараюсь объяснить, как вообще можно узнать о подобных событиях. Я продемонстрирую, почему выстраивание истории живого связано с решением грандиозной задачи реконструкции древа жизни — родословного древа, показывающего, как взаимосвязаны между собой все живые виды от дубов до косаток. Такое древо представляет собой визуальную репрезентацию родственных связей и, несмотря на кажущуюся простоту, обладает огромной описательной силой.

Чтобы решить первую часть головоломки, необходимо узнать, в каких родственных отношениях состоят друг с другом многочисленные виды, которые появлялись с течением времени. В какой-то момент, вскоре после зарождения жизни, один-единственный древний вид, предок всех появившихся впоследствии, разделился на два отдельных вида. По мере того, как шло время, эти два изначальных вида делились вновь и вновь, порождая все больше и больше видов (и все больше и больше выразительно). Мы хотим применить к жизни те же подходы, что и к изучению семейной истории: кто был королем, а кто

каторжником, как они выглядели, каков был их характер, где, когда и как они жили? Древо само по себе можно сравнить с идеально сложенной мозаикой, на которой невозможно различить какую-либо картину.

Поэтому наша следующая задача — оживить эти пустые места, украсить нашу впечатляющую родословную богатыми, тщательно проработанными сведениями о биологии множества представителей семьи живых существ: мы хотим знать об эволюции их генов, их морфологии и поведении, успехах, катастрофах, которых они избежали (или не избежали), и о влиянии на них всех прочих видов — хищников, добычи и паразитов.

С течением времени каждая ветвь на древе приобретала в ходе эволюции новые признаки, которые, накапливаясь из поколения в поколение, породили нынешнее разнообразие живых существ, малую долю которого я вижу из окна своего кабинета. Некоторые из этих признаков поразительны, такие как позвоночник, присутствующий у всех позвоночных животных, или цветок, свойственный только покрытосеменным. Многие другие не столь очевидны: у плодовых мушек (дрозофил) расположение пигмента на крыльях, малозаметные химические вариации запаха и частота взмахов крыльями самца во время брачного танца позволяют отличать один вид от другого. Включить в повествование эту вторую часть истории — значит добавить плоть к голому скелету нашего древа.

Соединив два элемента — паттерны взаимосвязей между видами и эволюцию их признаков, — мы придем к пониманию того, что у каждого вида есть своя уникальная генеалогическая история близких и дальних отношений со всеми остальными видами и что каждый, если прослеживать его путь во времени и вверх по древу жизни, накопил собственную уникальную библиотеку признаков. Я обзавелся позвоночником на ветви, ведущей к позвоночным, сосками на ветви, ведущей

к млекопитающим, а позже утратил хвост на ветви, ведущей к человекообразным обезьянам.

Я хочу показать, как ученые из разных стран объединяют усилия, выстраивая древо жизни, чтобы рассказать о том, как появилось такое разнообразие живых существ. Мы узнаем, что сами свойства ныне живущих видов являются подсказками, позволяющими нам выявить истинную форму этого древа. Мы увидим, что эти признаки, представляющие собой результаты эволюционных процессов, служат одновременно исходным материалом для построения древа *и* самими объектами, эволюцию которых мы хотим объяснить.

Эти концепции помогут нам понять, как можно использовать древо жизни для путешествия назад по времени, путем экстраполяции от современных видов к их давно вымершим предкам. По пути мы обнаружим, что эволюция зачастую непредсказуема и что неожиданные боковые дорожки — исключения из правил — оказываются источником ошибок, которые мы иногда совершаем, выстраивая древо жизни. Эти аномалии, хотя и досадные, оказываются также самыми интересными и удивительными страницами истории эволюции.

Я зоолог и занимаюсь тем, что пытаюсь реконструировать древо жизни (по крайней мере ту его часть, которая относится к животному царству). На следующих страницах я попытаюсь объяснить, почему так важно решить эту загадку. То, на что направлены наши усилия по построению древа жизни, — не что иное, как попытка составить полную, насчитывающую миллиарды лет историю возникновения всего живого на Земле во всей его необычайной сложности. Главное, что меня вдохновляет, — это знание о том, что древо жизни является порталом, способным перенести нас в прошлое, где можно встретиться с нашими предками. Как только мы сложим воедино все известные данные и получим правдоподобный вариант древа,

мы можем переместиться назад во времени и оказаться у его корней. Оттуда можно подняться вверх по его стволу и ветвям и проследить ряд невероятных событий, которые за 4 млрд лет эволюции привели от первой примитивной клетки к обезьяне, способной задуматься о собственном происхождении.

Часть I

Что такое древо жизни?

1

Решая величайшую головоломку науки

Весной 2022 г. Кембриджский университет сообщил о том, что при таинственных обстоятельствах были возвращены бесценные артефакты, а именно две записные книжки Чарльза Дарвина (B и C) с его заметками и рисунками, которые он делал в 1837 г., когда начал разрабатывать идею о происхождении видов. Записные книжки исчезли 22 года назад, в то время в университете занялись оцифровыванием дарвиновского архива и их пропажу не сразу заметили, вероятно, из-за общей неразберихи, сопровождавшей проект по оцифровке. Блокноты хранились вместе в коробочке размером с небольшую книгу, и сначала работники подумали, что она просто затерялась где-то на 200 км стеллажей в хранилищах университетской библиотеки, однако поиски, неоднократно проводившиеся в течение почти двух десятилетий, ничего не дали. В 2017 г. университетские библиотекари признали поражение и — вероятно, краснея, с потными ладонями — в конце концов обратились к общественности за информацией. «Мы призываем всех, кому что-либо известно о местонахождении этих бесценных артефактов, связаться с нами. Они чрезвычайно ценны и важны как для университета, так и для всех интересующихся историей науки», — сказала сержант уголовного розыска Шэрон Баррелл из полиции Кембриджшира[1].

Баррелл не преувеличивала значение этих записных книжек. В одной из них (обозначенной буквой B) содержится самая ранняя известная схема эволюционного древа, изображенная Дарвином, — набросок того, что мы теперь называем древом жизни. Записные книжки, всё в той же коробке и в идеальном состоянии, вновь обнаружились 9 марта 2022 г., оставленные в ярко-розовом пакете для привлечения внимания библиотекаря; личность вора до сих пор остается неизвестной.

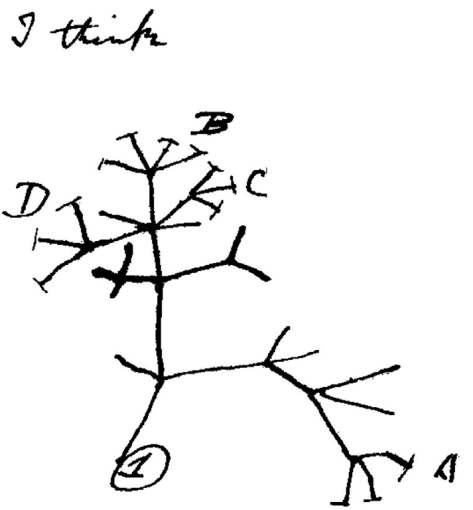

Рис. 1. Набросок древа жизни, сделанный Дарвином в записной книжке (1837)

Знаменитое дарвиновское древо жизни (с многозначительной пометкой «я думаю») небольшое и очень простое, тем не менее это точный прообраз тех эволюционных «деревьев», которые мы используем сегодня. Именно простота делает его идеальной схемой, легко понятной, но в то же время способной передать огромное количество информации. Внизу можно различить корень, говорящий о существовании давно вымершего предка,

который дал начало всем видам на древе. Вверх от этого корня отходит ствол, длина которого показывает продолжительность времени. В определенной точке ствол делится — один вид расходится на два и оба вида эволюционируют, накапливая различия. Каждая из этих сестринских ветвей, в свою очередь, делится и дает другие ветви. Наконец, на самых кончиках ветвей, мы находим ныне существующие виды. Ветви древа показывают нам в первую очередь отношения между видами. Близкие родственники расположились на недавно расщепившихся веточках, более отдаленное родство связывает виды на ветвях, разделившихся гораздо раньше, и развилки этих ветвей расположены на древе ниже. Чтобы охватить все живое и всю историю эволюции, нам нужно всего лишь увеличить это крохотное деревце и добавить больше видов, связанных бóльшим количеством ветвей. Правила его построения и интерпретации, а также информация, которую оно несет, с его ростом абсолютно не меняются.

Образ древа жизни гораздо старше, чем этот первый набросок Дарвина. Изначально он использовался в качестве символа в искусстве, литературе и особенно религии многих культур — древней Скандинавии, Междуречья, Китая, зороастризма, — а его значения, часто не совсем ясные, столь же разнообразны, как народы, которые описывали и изображали его[2].

Дарвиновское древо жизни по своему значению существенно отличается от этих мистических символов, но даже в отсутствие мистики или метафоры то, о чем оно нам сообщает, поразительно. Слово «жизнь» означает здесь не человеческую продолжительность жизни и не сам факт жизни (жизнь как противоположность смерти); скорее, это всеобъемлющее собирательное существительное, охватывающее каждое живое существо, каждый ныне живущий вид и каждый когда-либо существовавший. Древо, связывающее воедино все это удивительное собрание существ, не что иное, как высокоинформативная

схема, идеальное отображение отношений — эволюционных взаимосвязей — между всеми ними.

С поправкой на язык XIX в. Дарвин, конечно, дает прекрасное, четкое объяснение того, как использовать древо для отображения эволюции:

> Родство всех существ одного класса иногда изображают в форме большого дерева. Я думаю, что это сравнение очень близко к истине. Зеленые ветви с распускающимися почками представляют существующие виды, а ветви предшествующих лет соответствуют длинному ряду вымерших видов*.

Признаюсь, что цитирую избирательно, так как полная версия дарвиновского древа жизни ближе к метафоре *процесса* эволюции, чем современное древо жизни. Дарвин также использует образ древа, чтобы проиллюстрировать конкуренцию между видами — борьбу за существование и выживание наиболее приспособленных:

> В каждый период роста все растущие ветви образуют побеги по всем направлениям, пытаясь обогнать и заглушить соседние побеги и ветви точно так же, как виды и группы видов во все времена одолевали другие виды в продолжительном жизненном столкновении**,[3].

---

* Здесь и далее пер. с англ. А.Л. Зеликмана. — *Прим. пер.*

** Как ни удивительно, хотя Дарвин всегда интересовался использованием деревьев в качестве иллюстрации процесса эволюции (и рисовал деревья в своих записных книжках за десятилетия до того, как опубликовал свою теорию), в его труде «О происхождении видов» содержится только одна схема — часть древа, — причем достаточно простая: на ней листья (гипотетические виды) обозначены

Современное древо жизни уже не претендует на то, чтобы служить метафорой или символом эволюционного процесса, и стремится всего лишь более полно отразить историю эволюции. Пусть мы, возможно, утратили часть красок, зато существенно преуспели в ясности послания, которое несет древо. Простая цель — отобразить взаимоотношения, — безусловно, цель достойная, но знание этих отношений имеет и гораздо более важное значение. Древо можно представить себе как простую стальную арматуру небоскреба: каркас, в который встраивают стены, полы и окна — мрамор, стекло, плитку и водосточные трубы, — чтобы создать более сложную конструкцию. Применительно к древу жизни эта сложность включает изменяющиеся характеристики видов и их предков, рождения, смерти, миграции, вымирания, даты, геологический контекст, слияния и поглощения.

Деревья, отражающие родственные связи между видами, приобрели особое значение после публикации «Происхождения видов» в 1859 г., но схемы в виде деревьев, демонстрирующие родство, были известны уже в викторианскую эпоху. Генеалогические, или родословные, деревья — важная часть человеческих культур во всем мире. Их можно обнаружить в стеммах (гирляндах) Древнего Рима, в «Генеалогии Конфуция» XI в. (которая через 80 поколений все еще пополняется), в ветхозаветном Древе Иессеевом. Повсеместное присутствие генеалогических деревьев в разных культурах говорит нам о том, что они — неизбежный продукт человеческого воображения и восходят к доисторическим временам. На протяжении тысячелетий семейные родословные недвусмысленно изображались в форме

просто буквами от А до Я вместо очевидных примеров, таких как антилопы и яки или астры и яснотки. — *Здесь и далее примечания автора, если не указано иное.*

дерева: «И произойдет отрасль от корня Иессеева, и ветвь произрастет от корня его» (Ис 11:1) — это библейское родословное древо ведет от Иессея через (согласно Евангелию от Луки) 43 поколения (разумеется, по мужской линии) к Иисусу, а в христианских источниках древо Иессеево изображают в виде реального дерева. Генеалогическое древо семьи Канчельери из Пистойи (Albero Genealogico dei Cancellieri di Pistoia), выгравированное в 1581 г. усердным и получившим неплохое вознаграждение льстецом по имени Шипионе Аммирато, изображает могучий дуб с раздвоенным стволом — две ветви символизируют жестокий раскол в семье (ок. 1300 г.) на две фракции: черных и белых гвельфов. Дерево изображено весьма реалистично, на фоне тосканского сельского пейзажа, и по обе его стороны стоят армии с черными и белыми штандартами.

Генеалогические деревья для нас привычны, а их интерпретация проста: листья на кончиках ветвей родословного древа обозначают людей последнего поколения — братьев и сестер, родных и двоюродных. Братья и сестры в семье связаны через общего родителя — часть ветви непосредственно ниже их по древу, всего одно поколение назад. С двоюродными братьями и сестрами (более дальними родственниками) ребенок связан через более старшее поколение, которое находится ниже на древе: ближайший общий родственник двоюродных братьев и сестер — не отец или мать, а дед или бабка. Вот так просто степень родства между всеми листиками каждого поколения (родными, двоюродными, троюродными братьями и сестрами, родителями, дядями, тетями и т.д.) можно прочитать по расположению связывающих их ветвей.

Схемы в виде дерева существуют уже несколько тысячелетий, потому что они оказались идеальным способом отображения информации о родстве членов семьи, однако подобные древовидные схемы приняты и во многих других областях именно

потому, что они представляют собой естественный способ упорядочить сведения о *любом* множестве объектов — камней, марок, джазовых музыкантов, — которые можно группировать или классифицировать по сходству или родству. Что касается природных объектов — видов, — стремление навести порядок в их изучении привело к тому, что пытаться классифицировать и систематизировать виды начали задолго до того, как Дарвину пришло в голову, что родство между ними напоминает семейное древо.

«Стремление к классификации — это фундаментальный человеческий инстинкт; как и предрасположенность к греху, он сопровождает нас с рождения и остается с нами до конца», — писал Тиндел Хопвуд (безусловно, преувеличивая) в 1959 г.[4] Конечно, у всех нас есть врожденная способность, позволяющая обобщать сведения о видах, с которыми мы сталкиваемся; не надо прилагать усилия или проходить специальную подготовку, чтобы понять, что, при всех своих очевидных различиях, орлы и голуби — это птицы, тигры и овцы — млекопитающие, а дубы и кусты ежевики — растения. Кроме того, очевидно также, что млекопитающих и птиц можно обоснованно объединить в категорию «животные», исключающую растения. Когда мы интуитивно проделываем все эти операции, наш мозг конструирует безошибочную «народную» классификацию, разделяя эти шесть видов по группам на основе сходства организмов. Обратите внимание, что эта классификация (птицы, млекопитающие, растения) как раз и образует древо: рисуем ветвь птиц (которая раздваивается на орла и голубя) и ветвь млекопитающих (тигр и овца); соединяем эти две ветви внизу, получая более крупную ветвь животных; наконец где-то внизу этого маленького деревца ветвь животных сливается с ветвью растений, ведущей к дубу и ежевике. *Классификация* живого, которая дается нам так легко (млекопитающие, птицы, животные,

растения), существовала задолго до *древа жизни*, но классификация и древо жизни суть одно и то же — просто понадобилось время, прежде чем кому-то пришло в голову изобразить ее в форме дерева.

Самая ранняя из известных *классификаций* живых существ, по крайней мере животных, появилась задолго — более чем за два тысячелетия — до первых «деревьев жизни» и принадлежит Аристотелю. Его фундаментальные труды «История животных» (*Historia Animalium*) и «О частях животных» (*De Partibus Animalium*), написанные в IV в. до н.э., содержат продуманную и свойственную этому философу обстоятельную попытку познать и понять мир животных через их многочисленные и разнообразные особенности. Существует опасность анахронистического прочтения Аристотеля, риск приписать его трудам своего рода протоэволюционную точку зрения. Он ни в коем случае не был эволюционистом*, но эти книги тем не менее заложили основы современной классификации, объединив необходимые данные и ряд важных идей. Его данные основаны на фантастически детальных и в целом достоверных описаниях признаков огромного количества животных (причем не только милых, свирепых, необычных или иным образом примечательных). Его интерпретации обусловлены простым

---

* Эволюционизм как научная идея появился в начале XVIII в. Автором первой теории эволюции стал Жан Батист Ламарк, позже огромный вклад в ее развитие внесли Дарвин и биологи последующих поколений. Прежде для объяснения биоразнообразия прибегали к идеям креационизма (мир неизменен, биоразнообразие связано с сотворением божественными силами), позднее — трансформизма (мир сотворен, но меняется под воздействием естественных факторов). Затем появился эволюционизм, согласно которому виды происходят от общих предков и постепенно меняются под влиянием факторов внешней среды и естественного отбора. — *Прим. науч. ред.*

философским интересом к классификации вещей. Суть аристотелевской классификации состояла в том, чтобы узнать, что собой *представляет* каждое животное, исходя из набора его характерных признаков и способностей, дабы «достичь определения конечной формы»[5].

Будем надеяться, что, избежав соблазна обнаружить идеи Дарвина в трудах Аристотеля, мы тем не менее сможем извлечь из них полезные уроки. Вероятно, важнейший из них заключается в том, что можно классифицировать животных по группам, которые и полезны (позволяют нам делать обобщения), и в то же время не вызывают разногласий в наших поисках истины. Главное и самое смелое решение Аристотеля состоит в том, что в своем многотомном труде *Historia Animalium* он поделил всех животных на два *megista genê* («крупных рода»): «с кровью» (*enhaima*), что соответствует позвоночным, и «без крови» (*anhaima*), что соответствует беспозвоночным. В каждой из этих больших групп он выделяет ряд групп поменьше: так, в пределах *enhaima* он различает живородящих и яйцекладущих четвероногих (соответственно млекопитающих и рептилий/амфибий), а также группы китов, рыб и птиц. В число «бескровных» *anhaima* входят такие группы, как *malakia* (мягкотелые — моллюски), *malakostraca* (с мягким панцирем — ракообразные) и *ostrakoderma* (с твердым панцирем, окружающим тело), которые представляют собой невероятную смесь морских ежей, моллюсков с раковинами и членистоногих с твердым панцирем, таких как усоногие раки.

Современные зоологи, естественно, рады обнаружить у Аристотеля ряд «родов», которые и в наши дни считаются «законными» таксонами; то, что представления в древности и сейчас совпадают, может показаться неудивительным, но не все так очевидно. Помимо того, что он использовал такие признаки, как перья, выделяя группу «птицы», и выкармливание детенышей

молоком — как признак всех млекопитающих, Аристотель также выделял сухопутных животных (объединив голубей, ящериц и человека) и водных (уток, саламандр и рыб). Как нам предстоит убедиться, радующее нас совпадение между аристотелевскими и современными группами животных — не случайность, а неизбежное следствие того, как работает эволюция.

Систематический подход Аристотеля к изучению природы был постепенно забыт западными учеными, пока в XII–XIII вв. его труды не были открыты вновь. В последовавшие затем полтысячи лет возрожденный интерес естествоиспытателей к классификации живого сосредоточился в основном на ботанике — по той весьма практической причине, что точное определение растений было необходимо для их использования в медицине. Одним из таких ботаников был живший в XVIII в. шведский ученый Карл Линней, до появления теории эволюции ставший ключевой фигурой в области систематики всего живого. Линней по праву хорошо известен как отец современной классификации. Его первым великим нововведением стала всеобъемлющая, построенная на фактических данных иерархическая система растений и животных, в которой крупные группы делятся на все более мелкие и обособленные. Главный труд всей жизни Линнея *Systema Naturae* — не просто классификация; он содержит подробные описания характеристик отдельных видов, а также групп, к которым они принадлежат. Общим результатом стал ключ, который позволяет исследователю отнести любое конкретное растение к его собственной все более мелкой и обособленной группе: царству, типу, классу, отряду, семейству, роду и виду, — так что оно оказывается на собственном уникальном месте в системе (и в идеале это спасает пациентов травника от отравления). Вторым великим изобретением Линнея стала строгая формализованная система наименований, благодаря которой каждому виду присваивается уникальное

название из двух частей — так называемый биномен (например, *Homo sapiens*), — без чего в современной биологии царил бы полный хаос.

Линнеевская система классификации в значительной степени сохраняется по сей день. Ее можно сравнить с адресом вашего дома. Достаточно обозначить всего несколько вложенных друг в друга географических категорий — континент, страна, регион, город, район, улица и номер дома, — чтобы точно определить местоположение любого дома в мире. Линнеевские эквиваленты этих уровней организации начинаются с царства (царства животных, царства растений и т.д.) — далее идут типы (среди животных есть, например, хордовые, членистоногие и моллюски), затем классы (внутри хордовых выделяются млекопитающие, рептилии и амфибии и т.д.), отряды (к млекопитающим в том числе относятся приматы, рукокрылые и грызуны). Отряды содержат семейства (в отряд приматов входят лемуры, мартышки, человекообразные и др.), которые делятся на роды (в состав человекообразных входят, например, роды *Homo* и *Gorilla*), каждый из которых содержит один или более видов (*Homo sapiens* наряду с вымершими *Homo erectus* и *Homo neanderthalensis*). Таким образом, наша собственная линнеевская классификация выглядит так: царство Animalia (хотя сейчас принято говорить 'Metazoa'), тип Chordata (в большинстве своем животные с позвоночником), класс Mammalia, отряд Primates, семейство Hominidae, род *Homo* и вид *sapiens*.

Хотя Линней изобрел блестящую систему классификации (которой мы пользуемся и ныне), до эволюционного древа жизни было далеко — классификации и генеалогической схеме еще только предстояло встретиться. Таким образом, свойственная некоторым ранним классификациям «древовидность» порой очень близко приближалась к настоящему «древу жизни», однако интеллектуальный скачок, необходимый для изображения

классификации в форме генеалогического дерева, так и не был совершен. Группы и их подразделения часто представлялись в форме таблицы. В первой колонке — ряды крупных групп (которые соответствуют большим ветвям у основания древа), каждая из которых подразделяется на более мелкие группы в следующей колонке (соответствующие более мелким ветвям).

Позже, но задолго до появления набросков в блокнотах Дарвина, эти классификационные таблицы превратились в древовидные схемы, хотя сначала должны были появиться размышления о *возможности* такого преобразования. Швейцарский натуралист Шарль Бонне в своей книге «Размышления о природе», вышедшей в 1764 г., задался вопросом: «Что, если лестница природы при восхождении ветвится? Не могут ли быть насекомые и моллюски двумя параллельными боковыми ветвями этого великого ствола?»[6]

В 1766 г. великий французский натуралист Жорж-Луи Леклерк, граф де Бюффон, высказал аналогичные соображения, а именно: что млекопитающие как будто «образуют семейства, в которых регулярно наблюдается некий принцип, и общий ствол, от которого, по-видимому, отходят различные ветви, тем более многочисленные, чем более мелки и плодовиты особи каждого вида»[7]. Наконец, в 1801 г. мы находим первую действительно древовидную схему классификации видов. Ее изобразил французский натуралист Огюстен Ожье, который говорит об этой схеме следующее:

> Картина, подобная генеалогическому древу, представляется наиболее подходящей для понимания порядка и градации рядов или ветвей, образующих классы или семейства. Эта картина, которую я назову ботаническим древом, показывает сходства различных рядов растений между собой… подобно тому, как генеалогическое древо показывает

порядок, в котором различные ветви одного и того же семейства отделяются от ствола, которому обязаны своим происхождением[8].

Дарвиновская теория происхождения видов путем естественного отбора перевернула наши представления как о классификации, так и о ее отображении в форме древа, поскольку подразумевала существование единой, совершенной и исторически точной классификации. И все же «Происхождение видов» было задумано в первую очередь как объяснение механизмов появления новых, непохожих на другие видов; в книге содержится только одна схема в виде дерева, причем достаточно простая — она демонстрирует всего лишь то, как виды разделяются и вымирают. Тем не менее Дарвин понимал таксономический потенциал древа жизни, что ясно из его письма Томасу Гексли от 1857 г.: «Я верю, что наступит время — пусть я и не доживу до этого момента, — когда у нас появятся вполне достоверные родословные деревья для каждого крупного царства природы»[9].

Хотя Дарвин и нарисовал несколько эволюционных деревьев, ему, по всей видимости, больше нравилась идея представлять эволюционную историю живого как коралл, у которого мертвые каменистые внутренние части олицетворяют прошлое (и палеонтологическую летопись), и лишь живые кончики коралла — виды, живущие ныне. Напротив, немецкий ученик Дарвина Эрнст Геккель был большим поклонником древа жизни. Эрнст родился в Потсдаме, недалеко от Берлина, в 1834 г. в семье высокопоставленного местного чиновника Карла Геккеля, его мать Шарлотта (урожденная Сете) была дочерью тайного советника. Любимая первая жена Геккеля, прожившая очень недолго, Анна (тоже урожденная Сете), была его родственницей по материнской линии. Как и Дарвин, Геккель по настоянию отца получил медицинское образование, но бросил медицину

вскоре после знакомства с первыми пациентами[10]. Возможно, его исследование на соискание степени доктора медицины, которое он проводил на раках, плохо подготовило его к реалиям человеческого тела, что напоминает историю про Джона Рёскина и его первую брачную ночь*.

На двух знаменитых ранних фотографиях Геккель запечатлен в 1866 г. перед экспедицией на Канарские острова, вместе со своим русским помощником Николаем Миклухо-Маклаем. Хотя фотографии сделаны не в полевых условиях, а в немецком университетском городе Йена, оба ученых одеты в походную одежду и окружены всеми атрибутами профессиональных коллекционеров-натуралистов — сачками для ловли бабочек, банками, ботанизирками и прочим оборудованием, назначения которого я не могу угадать; на полу засушенная морская звезда и краб, а в руке у Геккеля мертвая офиура. Фотографии определенно постановочные и тщательно продуманные, а двое позирующих натуралистов явно с удовольствием изображают бывалых путешественников. На первой Геккель с жидкой юношеской бородкой развалился на стуле, а Миклухо-Маклай стоит, положив левую руку на что-то вроде кинжала; с его плеча небрежно свисает плащ, горящий взор устремлен в камеру. На второй они поменялись местами, и Геккель стоит, разувшись и закатав брюки, а Миклухо-Маклай взъерошил себе волосы. Среди более поздних фотографий имеется снимок Геккеля, уже человека средних лет, в окружении растений из джунглей и в тропическом костюме — пробковом шлеме и тому подобном, — но опять же, этот снимок сделан в йенской студии. И, наконец, пожилой Геккель, стоящий в позе Гамлета с человеческим черепом в руке и маячащим позади него скелетом обезьяны. Большие бороды,

---

* Согласно легенде, искусствовед XIX в. Джон Рёскин в первую брачную ночь испугался волос на теле невесты. — *Прим. пер.*

конечно, были в то время модными, но сходство великолепной бороды Геккеля с бородой его кумира Дарвина на этой поздней фотографии весьма заметно.

Геккель оказал огромное влияние на биологию и изучение эволюции. Он придумал термины для обозначения таких важнейших новых понятий, как экология и филогения (исследование исторического развития организмов — отсюда «филогенетическое древо»); он написал книгу-бестселлер, в которой изложил свои воззрения на эволюцию; а еще он печально известен тем, что подгонял изображения эмбрионов животных под свои теории, описывающие, как стадии эмбрионального развития («онтогенез» — еще один термин, введенный Геккелем) отражают эволюционную историю животного («онтогенез повторяет филогенез», в его формулировке); он описывал несуществующие виды, которые удачно подкрепляли его теории, и рисовал изысканные, по праву прославившиеся изображения созданий больших и малых, которые, как считается, оказали большое влияние на искусство ар-нуво.

Его талант художника ясно просматривается в самых знаменитых эволюционных деревьях, которые, в отличие от большинства современных схем, возможно попадавшихся вам на глаза, изображены в виде настоящих деревьев с кривыми ветвями и морщинистой корой. Первые такие *stammbaume* (родословные деревья) появляются в его трактате 1866 г., который носит не слишком выразительное название «Общая морфология организмов: общие очерки науки об органических формах, механически основанные на теории происхождения, реформированной Чарльзом Дарвином» (чаще его называют просто «Общей морфологией»)[11]. Хотя существуют и додарвиновские эволюционные деревья (они эволюционные в том смысле, что допускают изменения видов с течением времени), деревья Геккеля выделяются тем, что составлены с учетом дарвиновского

механизма эволюции и фундаментальных представлений о том, что все живое может иметь общее происхождение.

Первое в серии деревьев из «Общей морфологии» включает в себя всех живых существ, согласно представлениям XIX в., и делится на три большие ветви: растения (к которым Геккель отнес и грибы), простейшие (группа, в основном состоящая из микроскопических, одноклеточных организмов, в том числе бактерий, хотя он поместил туда также крупных многоклеточных губок) и животные. Эти три ветви четко соединяются друг с другом у основания древа, и весь неразделенный ствол отходит от одного единого корня организмов: *Radix communis organismorum*. Деревья на последующих рисунках отражают взаимоотношения видов внутри каждой из этих трех крупных ветвей — древо растений, древо животных и так далее, а за ними следуют увеличенные детали еще более мелких ветвей, таких как древо млекопитающих. Все геккелевские деревья в «Общей морфологии», по-видимому, изображены так, чтобы придать им сходство с реальным деревом, предположительно «немецким дубом», выбранным, вероятно, потому, что дуб — высшее растение на средневековой *scala naturae* («лестнице природы»), где он расположен непосредственно под простейшими животными. Здесь я должен побороть искушение проанализировать успехи и неудачи Геккеля в том, что касается точности изображенных им взаимосвязей (особенно на ветви животных), и вместо этого постараться понять, что может его древо рассказать нам об эволюции. Если в двух словах, мы можем обнаружить четыре характерные особенности древа Геккеля, явно и неявно выраженные: во-первых, оно показывает течение времени — по крайней мере, части каждой ветви, расположенные ближе к корню древа, отображают виды, жившие раньше, чем виды, находящиеся ближе к вершине; во-вторых, все ветви независимо от размера представляют собой непрерывные линии