

ГЛАВА 1

В поисках нашей внутренней рыбы

С тех пор как я стал взрослым, мое лето обычно проходит среди снега и слякоти далеко к северу от полярного круга за раскалыванием камней. Большую часть времени я мерзну, натираю мозоли и не нахожу ровным счетом ничего. Но если немного повезет, мне попадаются кости древних рыб. Так себе сокровище для большинства людей, для меня они — дороже золота.

Кости древних рыб помогают понять, кто мы и как мы стали собой. Мы можем узнать что-то новое о нашем собственном теле из самых странных на первый взгляд источников — начиная от ископаемых червей и рыб, которых можно обнаружить в камнях по всему свету, и мира ДНК и заканчивая в сущности каждым животным, населяющим сегодня нашу планету. Но сначала необходимо объяснить, почему я так уверен, будто скелетные остатки былых времен — а именно остатки рыб — дают нам ключи к познанию основ строения нашего тела.

Как можем мы представить события, происходившие миллионы, а во многих случаях и миллиарды лет назад? К сожалению, нельзя расспросить очевидцев — никого из нас не было

тогда на свете. Большую часть времени не было не только ни одного говорящего существа, но и ни одного существа, которое имело бы рот и даже голову. Хуже того, животные, которые жили в те времена, умерли и погребены так давно, что от тел лишь немногих из них вообще хоть что-то осталось. Если задуматься о том, что более 99% всех когда-либо живших видов к настоящему времени вымерло, что лишь очень малая их доля сохранилась в ископаемом виде и что еще меньшую долю от этой доли удастся найти, то может показаться, что любые попытки познать наше прошлое изначально обречены на провал.

ДОБЫВАЕМ ИСКОПАЕМЫЕ — ВИДИМ САМИХ СЕБЯ

Впервые я увидел одну из тех рыб, что сохранились внутри нас, снежным июльским днем, исследуя породы возрастом 375 миллионов лет на острове Элмир, около 80° северной широты. Вместе с коллегами я добрался до этого далекого безлюдного острова, чтобы обнаружить одну из ключевых стадий перехода от рыб к наземным животным. Из скалы торчала рыба голова — и не просто голова, а удивительно плоская. Едва увидев ее, мы поняли, что нашли что-то важное. Если внутри каменного склона нам удастся отыскать другие части скелета этой рыбы, они откроют нам тайны ранних стадий развития нашего черепа, нашей шеи и даже наших конечностей.

Что эта плоская голова сообщала нам о выходе рыб на сушу? Или, если говорить о моих собственных безопасности и комфорте, почему я был в Арктике, а не на Гавайях? Ответить на эти вопросы можно лишь рассказав о том, как мы находим древние ископаемые остатки и как используем их, чтобы разобратся в нашем прошлом.

Ископаемые остатки — один из важнейших источников данных, позволяющих нам познать самих себя. Другие источники подобной информации — гены и зародыши, о них речь пойдет позже. Но немногие знают, что поиск ископаемых — довольно точная наука и мы нередко можем предсказать, что и где обнаружим. В городе мы работаем над тем, чтобы в поле у нас были максимальные шансы преуспеть. А затем полагаемся на удачу.

Это парадоксальное соотношение расчета и случая лучше всех охарактеризовал Дуайт Эйзенхауэр в известном изречении: “Готовясь к сражениям, я всегда убеждался, что планы бесполезны, но планировать необходимо”. Эти слова как нельзя лучше выражают суть полевой работы палеонтологов. Мы делаем всевозможные расчеты, как добраться до многообещающих местонахождений ископаемых, но, когда мы прибываем на место, оказывается, что все наши планы полевых исследований можно спокойно выбросить на свалку. Приземленные факты меняют самые блестящие расчеты.

Но все же мы можем задумывать экспедиции с целью ответить на конкретные научные вопросы. Исходя из нескольких простых идей, о которых я расскажу ниже, мы можем предсказывать, где можно обнаружить важные ископаемые остатки. Конечно, у нас никогда нет стопроцентной гарантии успеха, но, если повезет, можно найти что-то по-настоящему интересное. Вся моя научная карьера была построена именно на этом: я искал древних млекопитающих, чтобы узнать о происхождении млекопитающих, древнейших лягушек, чтобы узнать о происхождении лягушек, и некоторых из древнейших четвероногих, чтобы узнать о выходе рыб на сушу.

В наши дни обнаруживать новые местонахождения стало значительно проще, чем прежде. Благодаря геологическим исследованиям, проводимым местными властями и нефтегазовыми компаниями, нам стало больше известно о геологии мно-

гих районов. Интернет дает возможность оперативно работать с картами, данными аэрофотосъемки и материалами различных исследований. Где бы вы ни жили, сегодня я, не вставая из-за ноутбука, могу определить, есть ли перспективные места для поиска ископаемых у вас во дворе. Наконец, компьютерные методы построения изображений вместе с радиографическими устройствами позволяют нам видеть некоторые породы насквозь и изучать заключенные в них кости.

Но, несмотря на все эти достижения, охота за ценными ископаемыми во многом осталась такой же, какой она была лет сто назад. Палеонтологам по-прежнему приходится изучать горные породы, в буквальном смысле ползая по ним, и нередко вручную извлекать скрытые в них ископаемые остатки. Разыскивая и добывая такие остатки, нам приходится на месте принимать так много решений, что эти процессы по-прежнему сложно автоматизировать. Кроме того, смотреть в поисках ископаемых на экран монитора — занятие далеко не такое увлекательное, как своими руками добывать их в природе.

Занятие это хитрое, потому что местонахождения ископаемых довольно редки. Чтобы шансы на успех были максимальны, нам нужно, чтобы сошлись три фактора. Мы ищем такие места, где залегают породы определенного возраста и определенного типа, которые могут содержать ископаемые остатки древних животных, и где эти породы выходят на поверхность земли. Есть и четвертый фактор — везение. Это я покажу на примере.

Этот пример — один из важнейших переходных этапов в истории жизни на Земле — выхода позвоночных на сушу. Четыре миллиарда лет назад все живое обитало только в воде. Затем, около 400 миллионов лет назад, живые существа начали осваивать сушу. Для жизни в этих двух средах требуется разное. Для дыхания в воде требуются совсем не такие органы, как для ды-

хания на суше. То же относится к выделению, питанию и передвижению. Чтобы выйти на сушу, живым организмам понадобилось радикально перестроить свое тело. Граница между водной и наземной средой кажется на первый взгляд почти непреодолимой. Но научные факты позволяют увидеть эту проблему в другом свете. То, что могло показаться невозможным, случилось на самом деле.

В наших поисках горных пород определенной эпохи нам помогает одно примечательное обстоятельство. Ископаемые остатки в породах Земли распределены далеко не случайным образом. Местоположение содержащих такие остатки пород и характер этих остатков — все это подчиняется строгим правилам, и мы можем использовать эти правила, планируя свои экспедиции. Менявшийся за миллиарды лет облик Земли оставил следы в виде последовательности из множества различных слоев горных пород. Легко проверяемое рабочее предположение, из которого мы исходим, состоит в том, что слои, расположенные ближе к поверхности земли, моложе слоев, залегающих глубже. Обычно так и бывает в районах, где слои залегают ровно, образуя что-то вроде слоеного торта (например, Большой каньон). Но движения земной коры приводят к появлению разломов, которые меняют взаимное расположение слоев, иногда переворачивая их так, что более древние оказываются над более молодыми. К счастью, если разобраться, как именно прошел тот или иной разлом, нередко первоначальную последовательность слоев можно восстановить.

Заключенные в этих породах ископаемые также соответствуют определенной последовательности. В нижних слоях захоронены совсем не те виды ископаемых, что в верхних слоях. Если бы мы могли добыть единую колонку из горных пород, отложенных за все этапы истории Земли, перед нами предстало бы необычайное разнообразие ископаемых остатков. В самых нижних слоях видимых свидетельств существования жизни бы-

ло бы немного. В более высоких наблюдались бы отпечатки самых разных животных с мягким телом — вроде медуз. Еще выше залегали бы слои с остатками скелетных организмов, у которых были различные придатки и другие органы — например глаза. Над ними лежали бы слои с первыми позвоночными животными. И так далее. Слои с древнейшими людьми залегали бы намного выше. Разумеется, единой колонки из пород, отложенных за все этапы истории Земли, не существует. В каждой точке земной коры залегают породы, отражающие лишь некоторые, сравнительно небольшие отрезки времени. Чтобы получить общую картину, мы составляем эти отрезки вместе, сравнивая и сами породы, и захороненные в них ископаемые остатки, как бы собирая гигантский пазл.

Неудивительно, что в колонке горных пород содержится последовательность ископаемых организмов. Менее очевидно, что на основании сравнения ископаемых видов с современными мы можем довольно точно предугадывать, как будут выглядеть организмы, которые мы обнаружим в том или ином слое. Накопленные знания дают нам возможность заранее предвидеть, какие ископаемые будут обнаружены в определенном слое древних пород. Более того, последовательность ископаемых можно во многом предсказать, основываясь лишь на сравнении нас самих с животными из какого-нибудь зоопарка или аквариума.

Как прогулка по зоопарку может помочь нам узнать, в каких породах искать особо ценные ископаемые остатки? В зоопарке есть много живых существ, по-разному отличающихся друг от друга. Но отвлечемся от их различий: чтобы справиться с поставленной задачей, нам нужно сосредоточиться на их сходстве, чтобы выявить признаки, общие для многих видов, и выделить группы животных со сходными признаками. Всех живых существ можно распределить по таким группам, заключенным одна в другой, как матрешки, так что меньшие группы на-

ходятся в составе больших. Сделав это, мы увидим одно фундаментальное свойство живой природы.

У всех животных в зоопарке или аквариуме есть голова и пара глаз. Назовем таких животных “всеми”. В пределах этой группы будет подгруппа животных с головой и парой глаз, у которых есть четыре конечности. Назовем таких животных “всеми с четырьмя конечностями”. Подподгруппа этих животных, наделенных головой, глазами и четырьмя конечностями, будет включать организмы с огромным мозгом, ходящие на двух ногах и разговаривающие. Эта подподгруппа — мы, люди. Таким способом мы могли бы, конечно, выделить и намного больше групп, но даже эта трехуровневая схема имеет некоторую предсказательную силу.

Ископаемые остатки, заключенные в горных породах, обычно соответствуют именно такой последовательности, и мы можем с ее помощью планировать новые палеонтологические экспедиции. Воспользуемся приведенным выше примером. Первые представители группы “всех”, существа с головой и парой глаз, встречаются в ископаемом виде в более глубоких слоях, чем первые из “всех с четырьмя конечностями”. Говоря точнее, первые рыбы (полноценные представители “всех”) встречаются раньше, чем первые земноводные (представители “всех с четырьмя конечностями”). Очевидно, эту схему можно усовершенствовать, рассматривая многих других животных и признаки, по которым их можно объединить в группы, а также оценивая абсолютный возраст горных пород.

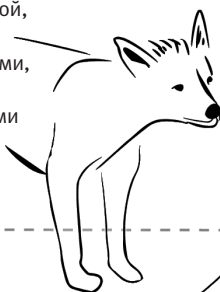
Именно это мы и делаем в своих лабораториях, используя тысячи и тысячи признаков и видов животных. Мы обращаем внимание на мельчайшие различия анатомических черт, а нередко также и на крупные куски ДНК. Данных накоплено так много, что нам часто необходимы мощные компьютеры, чтобы их обрабатывать и получать длинные последовательности групп, заключенных одна в другой. Этот подход лежит в осно-

Кого мы видим в зоопарке

Все с головой,
четырьмя конечностями,
волосами и молочными
железами, ходящие
на двух ногах



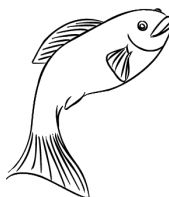
Все с головой,
четырьмя
конечностями,
волосами
и молочными
железами



Все с головой
и четырьмя конечностями

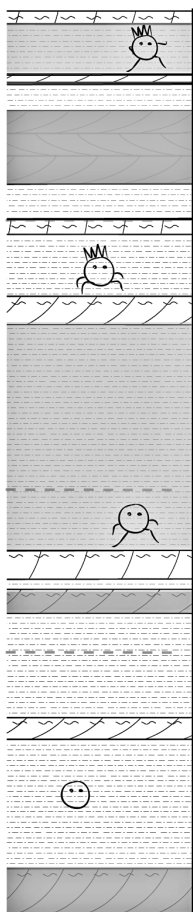


Все с головой



Ископаемая летопись

молодые породы



древние породы

Существа, которых мы видим в зоопарке, отражают последовательность залегания ископаемых остатков в горных породах нашей планеты.

ве всей биологии, потому что он позволяет нам выдвигать гипотезы о том, в каком родстве живые существа состоят друг с другом.

Ископаемые остатки, накопленные за сотни лет сбора, не только помогают нам группировать живые организмы по степени родства. Благодаря коллекциям этих остатков у нас в распоряжении имеется обширная библиотека, или каталог, разных периодов истории Земли и жизни на ней. Теперь мы можем приблизительно оценить, когда происходили важнейшие изменения. Вы интересуетесь происхождением млекопитающих? Обратитесь к породам времени, называемого ранней мезозойской эрой. Геохимический анализ говорит нам, что этим породам где-то около 210 миллионов лет. Интересуетесь происхождением приматов? Обратитесь к меловому периоду, к породам, залегающим выше, возраст которых порядка 80 миллионов лет.

Порядок залегания ископаемых остатков в горных породах Земли дает нам богатый материал для изучения нашей связи со всей остальной жизнью. Если бы в породах, которым около 600 миллионов лет, мы нашли остатки древнейших медуз, залегающие по соседству со скелетом сурка, нам пришлось бы переписать наши учебники, потому что это означало бы, что первый сурок появился в палеонтологической летописи раньше древнейших известных млекопитающих, рептилий и рыб — даже раньше первых червей. Более того, этот древний сурок показал бы нам, что значительная часть того, что, как нам кажется, мы знаем об истории Земли и жизни на ней, не соответствует действительности. Однако, несмотря на то что люди уже больше 150 лет ищут ископаемые остатки древних организмов на всех материках и во всех доступных слоях горных пород, ничего подобного этому сурку никогда не находили.

Теперь вернемся к проблеме поиска родственников первых рыб, которые вышли на сушу. В нашей трехуровневой схе-

ме эти существа должны находиться где-то между “всеми” и “всеми с четырьмя конечностями”. Соотнесем это с тем, что нам известно о горных породах, и придем к выводу, что геологические данные указывают нам на промежуток времени от 380 до 365 миллионов лет назад. Близкие этому промежутку более молодые породы, которым около 360 миллионов лет, содержат ископаемые остатки различных животных, в которых все мы узнали бы амфибий (земноводных) и рептилий (пресмыкающихся). Моя коллега Дженни Клэк из Кембриджского университета и некоторые другие палеонтологи нашли остатки амфибий в Гренландии в породах, которым около 365 миллионов лет. Их шея, органы слуха и четыре ноги делают их непохожими на рыб. Но в породах возрастом около 385 миллионов лет мы находим остатки настоящих рыб, которые и похожи на рыб. У них были плавники, голова конической формы и чешуя, а шеи не было. Учитывая эти обстоятельства, неудивительно, что мы обратили особое внимание на породы возрастом около 375 миллионов лет, чтобы найти переходные формы между рыбами и наземными позвоночными животными.

Итак, мы определились с промежуток времени, который хотим исследовать, а значит, и с теми слоями геологической колонки, в которых нужно искать. Теперь наша задача состоит в том, чтобы найти породы, сформировавшиеся при таких условиях, что в них могут залежать ископаемые остатки живых организмов. Вулканические породы нам в целом не подходят. Ни одна известная нам рыба жить в лаве не может. Даже если бы такая рыба существовала, остатки ее костей не выдержали бы страшного перегрева, необходимого для формирования базальтов, риолитов, гранитов и других магматических пород. Мы можем также отбросить метаморфические породы, такие как кристаллический сланец и мрамор, потому что с начала своего образования они претерпели или перенагрев, или воздействие крайне высокого давления.