

БЕСТСЕЛЛЕР
SUNDAY TIMES

ПРОИСХОЖДЕНИЕ

КАК
ЗЕМЛЯ
СОЗДАЛА
НАС

ЛЬЮИС
ДАРТНЕЛЛ

Интересный научпоп. Хиты Amazon

Льюис Дартнелл

**Происхождение. Как
Земля создала нас**

«Издательство АСТ»

2019

УДК 575.8
ББК 28.01

Дартнелл Л.

Происхождение. Как Земля создала нас / Л. Дартнелл —
«Издательство АСТ», 2019 — (Интересный научпоп. Хиты
Amazon)

ISBN 978-5-17-121395-4

Мы часто рассуждаем о роли личности в истории, о революциях и изобретениях, но редко задумываемся о том, какую роль в биографии нашего вида сыграла естественная среда: климат, рельеф, биоразнообразие. Так, Льюис Дартнелл утверждает, что эволюцию человека в Восточной Африке подталкивали геологические процессы, демократия в Древней Греции зародилась благодаря обилию горных ландшафтов, а поведение избирателей в Соединенных Штатах до сих пор определяют границы древнего моря. Автор убежден, что история человечества – это история Земли, тектонических процессов, изменения климата, океанских и воздушных течений. Как связаны Гималаи, орбита Земли и образование Британских островов? Это станет ясно, если заглянуть в прошлое планеты, отстоящее от сегодняшнего дня на миллиарды лет. И там, где история становится наукой, мы увидим плотную паутину взаимосвязей, которая выстилает современный мир и помогает уверенно взглянуть в будущее. От первого урожая культур до образования государств: на каждом этапе Земля удивительным образом повлияла на сотворение человеческой цивилизации. Льюис Дартнелл – обладатель научной степени в области биологических наук, профессор Вестминстерского университета, исследователь, писатель, популяризатор науки. В формате PDF А4 сохранён издательский дизайн.

УДК 575.8
ББК 28.01

ISBN 978-5-17-121395-4

© Дартнелл Л., 2019

© Издательство АСТ, 2019

Содержание

Введение	7
Глава первая	10
Глобальное похолодание	11
Движущие силы эволюции	13
От деревьев до орудий труда	15
Климатический маятник	18
Мы – дети тектоники плит	23
Глава вторая	26
Бодрящий морозец	27
Небесная механика	29
Конец ознакомительного фрагмента.	31

Льюис Дартнелл
Происхождение. Как Земля создала нас
ORIGINS: HOW EARTH'S HISTORY SHAPED HUMAN HISTORY
by Lewis Dartnell

© Перевод на русский язык. Издательство АСТ, 2021

Введение

Почему мир такой, какой он есть?

Я задаю этот вопрос не для философских рассуждений, зачем и почему мы здесь, а в сугубо научном смысле: что именно сформировало основные черты нашего мира, физический ландшафт океанов и материков, гор и пустынь? И как топография и внутренние процессы нашей планеты, а главное – наше космическое окружение повлияли на появление и развитие нашего вида и на историю наших обществ и цивилизаций? В каком смысле сама Земля была главным действующим лицом в истории человечества, персонажем с запоминающейся внешностью, неровным настроением и склонностью к эпизодическим истерикам?

Я хочу показать, как Земля создала нас. Разумеется, каждый из нас буквально создан из Земли, как и вся жизнь на нашей планете. Вода в вашем теле когда-то текла в русле Нила, обрушивалась тропическим ливнем на Индию, бурлила в Тихом океане. Углерод в органических молекулах наших клеток добыт из атмосферы растениями, которые мы едим. Соль в нашем поту и слезах, кальций в наших костях и железо в нашей крови – все это вымыто из скальных пород земной коры, а сера в белковых молекулах наших волос и мышц исторгнута вулканами¹. Кроме того, Земля обеспечила нас сырьем, которое мы добыли, очистили и превратили в оружие труда и технику – от грубых топоров раннего каменного века до современных компьютеров и смартфонов.

Именно активные геологические силы планеты дали ход нашей эволюции в Восточной Африке, сделав нас необычайно умным, общительным и находчивым видом приматов², а переменчивый климат планеты дал возможность мигрировать по всему миру и стать самым широко распространенным видом живых существ на Земле. Другие масштабные планетарные процессы и события создали различные ландшафты и климатические зоны, определившие возникновение и развитие цивилизаций на протяжении нашей истории. Влияние планеты на историю человечества и человека бывает разным – и поверхностным на первый взгляд, и самым глубоким. Мы увидим, почему долгий период охлаждения и иссушения земного климата привел к тому, что большинство из нас едят на завтрак подогретый хлеб, кашу или хлопья с молоком, как столкновение континентов создало Средиземноморье – бурлящий котел разнообразных культур, как контрастирующие климатические зоны в Евразии приучили ее обитателей к фундаментально различному образу жизни, что тысячелетиями определяло историю населяющих этот континент народов.

В последнее время нас очень беспокоит влияние человечества на окружающую среду. Наша численность стремительно растет, мы потребляем все больше материальных благ и подчиняем себе все больше энергетических ресурсов, причем делаем это все лучше и продуктивнее. В наши дни главной силой на Земле, влияющей на окружающую среду, служит уже не Природа, а *Homo sapiens*. Мы строим города и дороги, перегораживаем реки, налаживаем производство и добываем полезные ископаемые, и все это оказывает сильнейшее долгосрочное воздействие на планету, формирует новые ландшафты, изменяет глобальный климат и приводит к вымиранию множества видов живых существ. Ученые предлагают выделить новую геологическую эпоху и дать ей название, которое отражало бы наше главенство на Земле и вли-

¹ Значительно подробнее о том, из каких источников в Земле берутся химические элементы в человеческом организме, см. Stager (2014) и Schrijver (2015).

² По стечению обстоятельств, Восточно-Африканский рифт послужил не только эволюционной колыбелью и первым местом обитания для зародившегося человечества, но и местом, где провел детство я сам: я ходил в школу в Найроби, а каникулы проводил с семьей в саванне, на озерах и в окрестностях вулканов рифтовой долины. Там и зародился мой интерес к нашему происхождению, сохранившийся на всю жизнь.

яние на ее естественные процессы, – антропоцен, «новая эпоха человечества»³. Однако мы, как биологический вид, по-прежнему неразрывно связаны со своей планетой, и история Земли нанесла неизгладимый отпечаток на нашу натуру точно так же, как наша деятельность оставила свои четкие следы в мире природы. Чтобы до конца понять собственную историю, нам нужно исследовать биографию Земли как таковой, все особенности ее ландшафта и его фундамента, атмосферные течения и климатические зоны, тектонику плит и эпизоды изменения климата в древности. На страницах этой книги мы рассмотрим, что сделала *с нами* наша среда обитания.

В моей предыдущей книге «Цивилизация с нуля»⁴ я предложил устроить мысленный эксперимент: перезапустить цивилизацию с нуля как можно быстрее после какой-нибудь гипотетической глобальной катастрофы. Я опирался на идею утраты всего, что мы принимаем как данность в повседневной жизни, чтобы изучить глубинные закулисные механизмы цивилизации. В сущности, «Цивилизация с нуля» – книга о том, какие главные научные открытия и технические достижения позволили нам выстроить современный мир. А на этот раз я хочу взглянуть на вещи еще шире и не только рассмотреть, как присущая роду человеческому находчивость сделала нас такими, какие мы есть, но и углубиться дальше в прошлое, к нашим корням. А корни современного мира тянутся очень далеко во времени, и если проследить их в глубины веков на фоне меняющегося лица Земли, мы выявим причинно-следственные цепочки, которые зачастую ведут нас к моменту рождения планеты.

Всякий, кому доводилось разговаривать с детьми, поймет, к чему я клоню. Что бы вы ни ответили любознательному шестилетке, который спросил вас, как что-то работает или почему что-то именно такое, а не другое, ваш первый ответ никогда его не устроит. Вы лишь породите дальнейшие загадки. Простой первоначальный вопрос всегда приводит к целой череде «Почему?», «Но почему?» и «Почему так получилось?». Неутолимая жажда знаний вызывает у ребенка желание понять глубинное устройство мира, в котором он живет. Я хочу изучить нашу историю именно под таким углом – углубляться все дальше и дальше во все более и более фундаментальные причины и следствия и посмотреть, как на самом деле связаны разные аспекты мироздания, на первый взгляд не зависящие друг от друга.

Историей правят хаос, случай и энтропия: несколько лет засухи вызывают голод и социальные потрясения, извержение вулкана уничтожает окрестные города, военачальник принимает неверное решение в разгар боя, среди пота, крови и криков – и гибнет целая империя. Однако если отрешиться от треволнений истории и взглянуть на наш мир достаточно широко – и во времени, и в пространстве, – можно различить надежные тенденции и константы, за которыми стоят вполне объяснимые причины. Разумеется, устройство планеты предопределяет не все, но некоторые глубинные всеохватные темы все же можно выявить.

Наше исследование охватит колоссальный временной диапазон. Вся история человечества разворачивалась, в сущности, на неподвижной карте – в пределах всего одного кадра из фильма о Земле. Но мир был таким не всегда, и хотя континенты и океаны меняются геологически медленно, прежние лики Земли сильно повлияли на нашу историю. Мы посмотрим, как менялась природа Земли и как развивалась жизнь на нашей планете в последние несколько миллиардов лет, как люди эволюционировали из наших предков-приматов на протяжении последних пяти миллионов лет, как человек приобретал новые способности и расселялся по всему миру в последние несколько *сотен тысяч* лет, как шел прогресс цивилизации в последние *десять тысяч* лет, изучим новейшие тенденции коммерциализации, индустриализации и глобализации последнего *тысячелетия* и, наконец, посмотрим, к каким выводам мы пришли в результате изучения этой дивной истории о нашем происхождении за последнее *столетие*.

³ Crutzen (2000); Ruddiman (2015); Lewis (2015).

⁴ Dartnell (2015), Дартнелл (2017).

В процессе мы доберемся до дальних концов истории и даже дальше. Историки, когда хотят рассказать о первых цивилизациях, расшифровывают и толкуют письменные источники, оставленные человечеством. Археологи счищают пыль с древних артефактов и развалин и могут рассказать нам о доисторических временах и о жизни собирателей-охотников. Палеонтологи составили из фрагментов картину нашей эволюции как вида.

А чтобы заглянуть еще дальше в глубины времен, мы обратимся к открытиям других областей науки: рассмотрим, какие данные хранятся в слоях скальных пород, составляющих основу нашей планеты, прочитаем древние письмена генетического кода, хранящиеся в библиотеке ДНК в каждой нашей клетке, посмотрим в телескопы, чтобы узнать, какие космические силы сформировали наш мир. На страницах этой книги переплетутся нити повествования истории и естественных наук – уток и основа ее ткани.

У каждой культуры своя легенда о происхождении – от «времени сновидений» у австралийских аборигенов до мифа о сотворении мира у зулусов. Однако современная наука составила поразительно увлекательный всесторонний рассказ о том, как возник наш мир и как мы заняли в нем свое место, и этот рассказ постоянно обростает новыми подробностями. Мы можем больше не полагаться лишь на собственное воображение, а осветить хронику сотворения мира при помощи инструментов из арсенала исследователя, о которых только что говорили. Так что у нас получится история о происхождении всего на свете – и человечества в целом, и планеты, на которой мы живем.

Мы узнаем, почему Земля в последние несколько десятков миллионов лет постепенно охлаждалась и высыхала и как это сказалось на возникновении видов растений, которые мы культивируем, и травоядных животных, которых мы одомашнили. Мы выясним, как последний ледниковый период позволил нам расселиться по земному шару и почему так получилось, что человечество стало вести оседлый образ жизни только в этот межледниковый период. Мы рассмотрим, как научились добывать из земной коры и применять самые разные металлы, которые на всем протяжении истории обеспечивали стремительный прогресс в изготовлении орудий труда и развитии техники, узнаем, как Земля снабжает нас ископаемыми источниками энергии, питающими наш мир со времен Промышленной революции. Поговорим об эпохе Великих географических открытий в контексте фундаментальных систем круговорота в атмосфере и океанах Земли и о том, как мореплаватели постепенно научились разбираться в закономерностях направлений ветров и океанских течений и в результате проложили межконтинентальные торговые пути и создали морские империи. Мы изучим, как история Земли привела к возникновению современных геостратегических проблем и продолжает влиять на современную политику: как осадочные породы на дне древнего моря, существовавшего 75 миллионов лет назад, определили политическую карту юго-восточных штатов США, а закономерности голосования на выборах в Британии отражают местоположение геологических залежей, восходящих к каменноугольному периоду 320 миллионов лет назад. Зная прошлое, мы лучше поймем настоящее и подготовимся к тому, что ждет нас в будущем.

Наш рассказ о происхождении всего на свете мы начнем с главного вопроса: какие процессы планетарного масштаба запустили и определили эволюцию человека?

Глава первая

Сотворение человека

Все мы – обезьяны.

Человеческая ветвь древа эволюции, так называемые гоминины, входит в группу животных под названием приматы⁵. Наши ближайшие ныне живущие родственники – шимпанзе. Генетика говорит, что процесс разделения нас с шимпанзе был довольно затяжным – он начался еще 13 миллионов лет назад, однако скрещивание прекратилось, вероятно, только 7 миллионов лет назад⁶. Но в конце концов наши эволюционно-исторические пути все же разошлись, и одна ветвь породила современных шимпанзе, обыкновенных и бонобо, а другая разошлась на несколько видов человека, причем наш вид *Homo sapiens* – это всего один побег. Если рассмотреть наше развитие под таким углом, получится, что люди произошли не *от* приматов – мы все *и есть* приматы точно так же, как мы все млекопитающие.

Все крупные этапы в эволюции человека прошли в Восточной Африке. Этот регион лежит в тропическом поясе вдоль экватора планеты, на уровне Конго, Амазонки и тропических островов Ост-Индии. Так что есть все основания предполагать, что Восточная Африка тоже должна была быть покрыта лесами, – но нет, для нее характерны в основном засушливые пустоши-саванны. Наши предки-приматы жили на деревьях, питались плодами и листьями, однако в этом уголке мира, на нашей родине, произошло катастрофическое событие, которое превратило окружающую среду из роскошного леса в безводную саванну, а это, в свою очередь, искривило нашу эволюционную траекторию, и мы из приматов, скачущих с дерева на дерево, превратились в прямоходящих гоминин, охотившихся на просторах, поросших золотой травой.

Какими же были причины планетарного масштаба, по которым именно в этом краю сложились условия для возникновения умных животных, умеющих быстро приспосабливаться? И поскольку мы – единственные из целой группы похожих разумных, пользовавшихся орудиями труда видов гоминин, которые эволюционировали в Африке, по каким причинам *Homo sapiens* оказался единственным уцелевшим из нашей эволюционной ветви, размножился и унаследовал Землю?

⁵ К тому, какое событие планетарного масштаба поспособствовало возникновению приматов как группы, мы вернемся в дальнейшем, в главе 3.

⁶ Arnason (1998); Patterson (2006); Moorjani (2016).

Глобальное похолодание

Наша планета необычайно деятельна, и ее лик постоянно меняется. Если заглянуть в глубины времен на ускоренной перемотке, увидишь, как скользят туда-сюда континенты, составляя самые разные конфигурации, как они то и дело сталкиваются и слипаются, но тут же снова расходятся, как разверзаются обширные океаны – а затем сжимаются и исчезают. Взбухают и дымятся длинные цепи вулканов, почва сотрясается от землетрясений, величественные горные кряжи вздымаются, рушатся и превращаются в обломки. Движитель всей этой лихорадочной деятельности – тектоника плит, и именно она стала первопричиной нашей эволюции.

Внешняя оболочка Земли, ее кора, – словно хрупкая скорлупка, под которой заключена горячая, вязкая мантия. Этот ломкий слой весь в трещинах, он расколот на множество отдельных плит, которые перемещаются по поверхности Земли. Кора, из которой состоят континенты, более толстая, но состоит из менее плотных горных пород, а океаническая кора тоньше, но тяжелее, поэтому и не поднимается так высоко, как континентальная кора. Большинство тектонических плит состоят и из континентальной, и из океанической коры, и эти «плоты» постоянно толкаются друг с другом, чтобы устроиться поудобнее, качаясь на поверхности горячей бурлящей мантии и повинуюсь капризам ее течений.

Когда эти плиты наталкиваются друг на друга и образуют так называемую конвергентную границу между плитами, какой-то из них придется поддаться. Передний край одной плиты погружается под другую, и ее затягивает в жаркую мантию, где плавятся даже камни, что вызывает частые землетрясения и питает гряду вулканов. Поскольку породы континентальной коры не такие плотные, а следовательно, более плавучие, при столкновении плит внизу почти всегда оказывается океаническая кора. Этот процесс субдукции (пододвигания) плит продолжается, пока океан, оказавшийся между плит, не поглощается мантией, а два блока континентальной коры не сдвигаются воедино; при этом вдоль линии их взаимодействия протягивается высокая гряда складчатых гор.

Дивергентные, они же конструктивные, границы – это места, где две плиты, напротив, расходятся друг от друга. Раскаленная мантия выпячивается в эту щель из глубины, словно кровь, выступающая в порезе на руке, и отвердевает, образуя новую каменную кору. Такой спрединговый рифт может пройти по середине континента и расколоть его надвое, но новая отвердевшая порода плотная, залегает низко и поэтому затопляется водой. Конструктивные границы создают новую океаническую кору, и яркий пример такого спредингового рифта, образовавшего морское дно, – Срединно-Атлантический хребет⁷.

Тектоника плит – одна из основных концепций развития Земли, и мы будем постоянно возвращаться к ней на страницах этой книги, а сейчас поговорим о том, как климатические изменения, вызванные тектоникой плит на протяжении недавней геологической истории, создали условия для нашего возникновения.

Последние 50 миллионов лет или около того характеризовались глобальным похолоданием. Этот процесс получил название кайнозойского похолодания, и его кульминацией стал начавшийся 2,6 миллиона лет назад нынешний период перемежающихся ледниковых периодов, который мы подробно рассмотрим в следующей главе. Этот длительный период постепенного снижения температуры в глобальном масштабе в целом был вызван столкновением континентов: присоединением Индии к Евразии и возникновением Гималаев. Дальнейшая эрозия этого величественного горного хребта поглотила из атмосферы много углекислого газа, что привело к снижению парникового эффекта, который до этого обогревал планету (см. главу 2),

⁷ Rothery (2010), p. 53.

а это, в свою очередь, – к похолоданию. И наоборот: когда на планете в целом стало холоднее, из океанов испарялось меньше воды, поэтому в мире стало меньше дождей и в целом суше.

Хотя эти тектонические процессы происходили в 5000 километров от колыбели человечества, за Индийским океаном, они оказали непосредственное воздействие на эту самую колыбель. Гималаи и Тибетское плоскогорье создали мощную муссонную циркуляцию над Индией и Юго-Восточной Азией. Однако этот сильный засасывающий эффект атмосферы над Индийским океаном еще и оттягивал влагу от Восточной Африки, снизив количество дождей в тех местах. Примерно 3–4 миллиона лет назад Австралия и Новая Гвинея переместились к северу, перекрыв океанский пролив – так называемый Индонезийский морской путь. Эта блокада ограничила приток теплых южнотихоокеанских вод, и вместо них в центральную часть Индийского океана потекли более прохладные воды северной Пацифики. Охлаждавшийся Индийский океан стал испарять меньше влаги, а это, в свою очередь, привело к понижению уровня осадков в Восточной Африке⁸. Но главное – в самой Африке происходили тектонические движения, которые, как оказывается, сыграли важнейшую роль в создании человека.

⁸ Cane (2001).

Движущие силы эволюции

Около 30 миллионов лет назад под земной корой на северо-западе Африки вздыбилась раскаленная мантия (образовался так называемый мантийный плюм). Горные породы вытолкнуло вверх примерно на километр⁹ наподобие огромного прыща. Покров континентальной коры на этом куполе растягивался, истончался и в конце концов начал лопаться прямо посередине выпуклости, образовав череду разломов. Восточно-Африканский рифт рассек возвышенность примерно с юга на север с восточным ответвлением, которое проходит там, где теперь располагаются Эфиопия, Кения, Танзания и Мали, и западным, которое рассекает Конго и затем продолжается вдоль границы с Танзанией.

Этот процесс нарушения сплошности земной поверхности шел интенсивнее в северном направлении; там кора оказалась разломана насквозь, и в длинную рану сочилась магма, отчего возникла новая, базальтовая кора. Потом эта глубокая расщелина заполнилась водой и образовалось Красное море, а другой разлом стал Аденским заливом. Разломы, тянувшиеся по морскому дну, отломили кусок от полуострова Сомали, и образовалась новая тектоническая плита – Аравийская. Место, где в виде буквы Y сходятся Африканский рифт, Аденский залив и Красное море, называется «тройное сочленение», и в самом его центре лежит низменный Афарский треугольник, который охватывает Северо-Восточную Эфиопию, Джибути и Эритрею¹⁰. К этому важному региону мы еще вернемся.

Восточно-Африканский рифт тянется на тысячи километров от Эфиопии до Мозамбика. Поскольку выпуклость из-за мантийного плюма продолжает расти, рифт постепенно расширяется. Эта «тектоника растяжения» заставляет целые скальные плиты трескаться и образовывать разрывы, причем обломки выталкиваются вверх, создавая крутые склоны, а те, что проваливаются в разлом, образуют дно долины. Этот процесс, шедший в период от 5,5 до 3,7 миллиона лет назад, создал нынешний ландшафт рифта: широкая глубокая долина в полумиле над уровнем моря, по обе стороны окаймленная горными кряжами¹¹.

В результате выпячивания коры и образования высоких кряжей по сторонам рифта почти вся Восточная Африка лишилась дождей. Влажный воздух с Индийского океана вынужден подниматься выше, где он охлаждается, конденсируется и выпадает дождем у побережья. Из-за этого в глубине континента климат становится засушливее: это явление называется областью дождевой тени¹². Одновременно высокий рифт блокирует и влажный воздух из центральноафриканских тропических лесов, не позволяя ему двигаться на восток¹³.

Итогом всех этих тектонических процессов – возникновения Гималаев, перекрытия Индонезийского морского пути, а в особенности – возникновение высоких гребней по краям Африканского рифта – было иссушение Восточной Африки. А формирование рифта изменило не только климат, но и ландшафт и в процессе преобразило экосистемы этого региона. Восточная Африка в результате этих катаклизмов из плоской однородной земли, утопающей в тропических лесах, превратилась в труднопроходимый гористый регион с плато и глубокими долинами, а его растительность теперь варьировала от влажного леса до саванны и пустынного скрэба¹⁴.

⁹ King (2006).

¹⁰ Stow (2010), Kindle location 740.

¹¹ Maslin (2014).

¹² Ibid.

¹³ Jung (2016).

¹⁴ Maslin (2013); Shubin (2014), p. 179 (Шубин, 2013); Fer (2017).

Хотя огромный рифт начал формироваться около 30 миллионов лет назад, подъем и постепенное высыхание почвы происходило в основном в последние 3–4 миллиона лет¹⁵. За это время – то есть одновременно с нашей эволюцией – восточноафриканский пейзаж перестал напоминать «Тарзана» и стал больше похож на «Короля Льва»¹⁶. Именно это длительное постепенное высыхание Восточной Африки, сокращение и дробление лесных массивов и замещение их саванной и стало одним из главных факторов, которые привели к отделению гоминин от крупных обезьян, живущих на деревьях. Расширение сухих травянистых пустошей поспособствовало и распространению крупных травоядных млекопитающих – различных видов копытных наподобие антилоп и зебр, на которых люди впоследствии смогли охотиться.

Однако это был не единственный фактор. В процессе своего тектонического формирования условия окружающей среды в Восточно-Африканской рифтовой долине стали очень разнообразными, в ней близко соседствовали самые разные участки – леса и травянистые пустоши, горные кряжи, крутые обрывы, холмы, плоскогорья и равнины, долины и глубокие пресноводные озера на дне рифта¹⁷. Это стали называть мозаичной средой, и она обеспечила гомининам широкий ассортимент источников пищи, ресурсов и перспектив¹⁸.

Расширение долины и подъем магмы сопровождалось возникновением цепочек действующих вулканов, благодаря чему эта территория оказалась богата отложениями пепла и пемзы. Восточно-Африканская рифтовая долина испещрена вулканами по всей длине, и многие из них возникли в последние несколько миллионов лет. Большинство этих вулканов лежит внутри самой долины, но некоторые из самых крупных и старых высются на краях, в том числе горы Кения, Элгон и Килиманджаро, высочайшая вершина Африки.

В ходе постоянных извержений вулканы изливали потоки лавы, которые застывали и образовывали каменные гряды, пересекавшие ландшафт. Легконогие гоминины могли перебираться через них, а вместе с крутыми обрывистыми склонами рифта эти гряды служили естественными препятствиями и преградами для животных, на которых наши предки охотились. Первые охотники имели возможность точнее предсказывать и контролировать перемещения добычи, перекрывать пути к отступлению и направлять животных прямо в ловушку, где их и убивали. Эти же особенности местности, вероятно, обеспечивали беззащитным первым людям хоть какое-то убежище от рыскавших по окрестностям хищников¹⁹. По всей видимости, эти разнообразные труднопроходимые участки создали гомининам идеальную среду для жизни и процветания. Первые люди, которые, как и мы, были относительно хилыми и не обладали ни силой льва, ни скоростью гепарда, приспособились к окружающему ландшафту и научились пользоваться всеми его преимуществами, так что и вулканическая, и тектоническая сложность окружающей среды лишь помогала им охотиться.

Тектоническая и вулканическая деятельность создала и сохранила эти особенности разнообразного динамичного ландшафта на протяжении всей нашей эволюции. В сущности, поскольку Восточно-Африканская рифтовая долина – регион с бурной геологической историей, и ландшафт в ней сильно изменился с тех пор, как здесь поселились первые люди. Поскольку рифт расширялся, области в долине, где когда-то жили гоминины, теперь поднялись и образовали стены рифта: именно сюда переместились из первоначальных мест обитания гоминин и их окаменелые останки, и археологические свидетельства их существования. И этот великий разлом, самый древний и важный регион с тектоникой растяжения в сегодняшнем мире, считают важнейшей движущей силой нашей эволюции.

¹⁵ Cane (2001).

¹⁶ Lieberman (2014), p. 68 (Либерман, 2018).

¹⁷ Chorowicz (2005).

¹⁸ King (1994).

¹⁹ King (2006); Bailey (2011).

От деревьев до орудий труда

Первый биологический вид, единодушно причисляемый к гомининам и оставивший достаточно много хороших окаменелостей, – это *Ardipithecus ramidus*, живший примерно 4,4 миллиона лет назад в лесах вдоль долины реки Аваш в Эфиопии. Этот вид был размерами примерно с современного шимпанзе, имел мозг таких же размеров и зубы, свидетельствующие о всеядности. Окаменелые скелеты указывают, что эти гоминины еще жили на деревьях, а прямохождение было у них развито очень слабо. Около 4 миллионов лет назад появились первые члены рода *Australopithecus* – «южных обезьян», – которые обладали некоторыми общими чертами с современным человеком, в том числе стройной и грациозной фигурой (однако череп у них сохранял первобытные очертания), и уверенно ходили на двух ногах. В частности, по ископаемым остаткам мы знаем о виде *Australopithecus afarensis*. Например, мы нашли на удивление полный скелет самки, которая жила в долине реки Аваш 3,2 миллиона лет назад и которая стала известна как Люси²⁰.

Ростом Люси была всего около 1,1 метра, но позвоночник, таз и кости ног у нее очень напоминали скелет современных людей. Поэтому хотя мозг и у Люси, и у других представителей *A. afarensis*²¹ был небольшой, как у шимпанзе, их скелет ясно указывает на образ жизни, при котором приходится подолгу ходить на двух ногах. Более того, в вулканическом пепле в Танзании, в местности Лаэтоли, сохранилось три набора следов, которым 3,7 миллиона лет. Вероятно, их оставили представители *A. afarensis*, и эти следы на удивление похожи на те, что оставите на песке вы, если решите прогуляться по пляжу.

Ко времени около 2 миллионов лет назад все виды гоминин рода *Australopithecus* вымерли, а от них произошел наш род *Homo*. Первым был *Homo habilis* (человек умелый), со стройным телом, похожим на первых австралопитеков, и мозгом лишь ненамного крупнее, чем у них²². Резкое увеличение размеров тела и мозга, а также переход к радикально другому образу жизни наблюдались лишь с появлением *Homo erectus* – он возник около 2 миллионов лет назад в Восточной Африке. Ниже черепа скелет *H. erectus* очень похож на анатомически современного человека: в нем есть и механизмы адаптации к бегу на длинные дистанции, и устройство плеча, позволяющее что-то бросать. Кроме того, считается, что у *H. erectus* были и другие общие с нами черты, в том числе долгое детство, относительно медленное развитие и сложное общественное поведение.

Вероятно, *H. erectus* был первым из гоминин, кто начал вести жизнь собирателей-охотников и подчинил себе огонь – научился пользоваться им не только для обогрева, но и, возможно, для приготовления пищи²³. Не исключено, что они даже перемещались на плотках через большие водоемы²⁴. *H. erectus* уже 1,8 миллиона лет назад расселился по всей Африке, а потом первым из гоминин покинул континент и распространился по Евразии – вероятно, его миграция шла несколькими независимыми волнами²⁵. Этот вид просуществовал почти 2 миллиона лет. Между тем анатомически современные люди существуют лишь одну десятую часть этого времени, и на сегодня считайте, что нам повезет, если мы просуществоваем еще 10 000 лет, не говоря уже о 2 миллионах.

²⁰ По названию песни «Битлз» *Lucy in the Sky with Diamonds*, которую археологи в 1974 году в честь этой находки включили на полную мощность в своем лагере.

²¹ При разговоре о живых организмах родовое название принято сокращать. Поэтому *Australopithecus afarensis* становится *A. afarensis*. Например, динозавр *Tyrannosaurus rex* известен широкой публике как *T. rex*.

²² Ibid.

²³ Berna (2012).

²⁴ Gibbons (1998).

²⁵ Ermini (2015).

Примерно 800 000 лет назад *H. erectus* породил *Homo heidelbergensis*, из которого 250 000 лет назад развились *Homo neanderthalensis* (неандертальцы) в Европе и денисовцы в Азии. Первые анатомически современные люди (*Homo sapiens*) появились в Восточной Африке в период с 300 000 до 200 000 лет назад.

В ходе эволюции человека гоминины все лучше осваивали прямохождение²⁶, и в их скелетах наметились изменения, позволявшие сохранять вертикальное положение тела и способ передвижения: S-образный прогиб позвоночника, чашевидный таз и более длинные ноги. Волосной покров на теле почти исчез, не считая черепа. Форма головы также преобразилась: челюсти меньше выступают вперед, подбородок стал более заметен, а черепная коробка приобрела объем и округлость²⁷. Увеличение размеров мозга и стало главным различием между родом *Australopithecus* и нашей ветвью *Homo*. За 2 миллиона лет эволюции размер мозга у австралопитековых оставался на удивление постоянным – около 450 см³, то есть примерно как у современного шимпанзе. Однако у *H. habilis* мозг был на треть больше, около 600 см³, а при переходе от *H. habilis* и *H. erectus* к *H. Heidelbergensis* размер мозга удвоился еще раз. Уже 600 000 лет назад мозг у *H. heidelbergensis* был размером приблизительно как у современного человека и втрое больше, чем у австралопитековых²⁸.

У гоминин была и еще одна определяющая черта, помимо увеличения размера мозга: мы применяем разум для изготовления орудий труда. Первые распространенные каменные орудия труда, так называемая олдувайская технология, восходит ко времени около 2,6 миллиона лет назад, и ее применяли и более поздние виды *Australopithecus*, а также *H. habilis* и *H. erectus*. Округлые камешки из реки служили для раскалывания костей или орехов на плоском камне-наковальне. Чтобы заострить край, с гальки скалывали слои-отщепы, и таким камнем можно было отрезать или отскабливать мясо убитой добычи или обрабатывать дерево²⁹.

Переворот в технологии каменного века произошел 1,7 миллиона лет назад, когда *H. erectus* унаследовал олдувайские орудия и усовершенствовал их, создав ашельскую культуру. Ашельские орудия сделаны более тщательно – с них скалывали кусочки все меньше и меньше, так что получались более симметричные и тонкие ручные топоры грушевидной формы. Такова была общепринятая технология на протяжении практически всей человеческой истории. Следующий прорыв обеспечила мустьерская технология, которую применяли неандертальцы и анатомически современные люди в ледниковый период. Здесь камень (так называемое ядрище) тщательно подготавливали и обстукивали по краю, после чего ловко откалывали последний большой плоский отщеп. Целью был именно этот снятый отщеп: тонкий заостренный обломок служил прекрасным ножом либо шел на наконечник копья или стрелы³⁰.

Эти каменные инструменты, как и деревянные древки копий, позволили гомининам стать прекрасными грозными охотниками, и для этого им не пришлось отращивать большие зубы или когти на собственном теле, как остальным хищникам. Палки и камни служили нам искусственными зубами и когтями, с их помощью мы охотились ради пропитания или защищались, держась на безопасном расстоянии от добычи и хищников, чтобы свести к минимуму риск травмы.

²⁶ Bramble (2004).

²⁷ Bradley (2008).

²⁸ Maslin (2014).

²⁹ Найденные археологами орудия каменного века изготавливались из разных материалов – кварцита, сланца, вулканического обсидиана и кремня. Эти виды пород состоят в основном из кварца в виде двуокиси кремния. Кварц стал основным материалом для множества революционных изобретений на протяжении всей истории нашего вида: от каменных орудий и стекла до высокочистых кремниевых пластин в современных компьютерных микросхемах. В этом отношении Восточно-Африканская рифтовая долина, на протяжении более 2 миллионов лет служившая центром высоких технологий изготовления каменных орудий труда, заслуживает звания первой Кремниевой долины.

³⁰ White (2003).

Перемены формы тела и стиля жизни дополняли друг друга. Люди научились лучше бегать и приобрели сложные когнитивные навыки, что наряду с применением орудий труда и контролем над огнем дало им возможность лучше охотиться и обеспечило рацион с большой долей мяса, необходимый для работы крупного мозга. Это, в свою очередь, позволило нам развить более сложные социальные взаимодействия и наладить кооперацию, создать культуру, научиться решать задачи, а главное, пожалуй, – говорить³¹.

³¹ Potts (2013).

Климатический маятник

Многие подобные вехи в нашей эволюции ограничивались Афарским треугольником – той самой впадиной, которая, как мы уже видели, находится прямо на тройном сочленении тектонических плит на северной, более древней оконечности Восточно-Африканской рифтовой долины. Первые ископаемые остатки гоминин – это был *Ardipithecus ramidus*, – были обнаружены в долине реки Аваш, которая протекает к северо-востоку от Эфиопского плато в сторону Джибути – прямо посередине Афарского треугольника. В долине этой самой реки сохранились останки Люси, которым 3,2 миллиона лет; более того, в честь этого региона получил название весь ее вид – *Australopithecus afarensis*. А древнейшие известные нам олдувайские орудия обнаружены в эфиопском местонахождении Гона, которое тоже расположено в Афарском треугольнике. Однако колыбелью и питомником эволюции гоминин стала Восточно-Африканская рифтовая долина целиком, на всем своем протяжении.

Постепенная аридизация и рифтовая система с ее мозаикой из разных участков со своими особенностями, в том числе вулканическими горными грядами и сбросовыми уступами, очевидно, стали важнейшим фактором в создании среды для нашей эволюции. Такой сложный тектонический ландшафт, безусловно, подарил бродячим гомининам много интересных перспектив, однако он не в полной мере объясняет, как им удалось стать такими феноменально умными и гибкими. Считают, что ответ на этот вопрос – особая черта тектоники растяжения великой Рифтовой долины и ее связь с колебаниями климата.

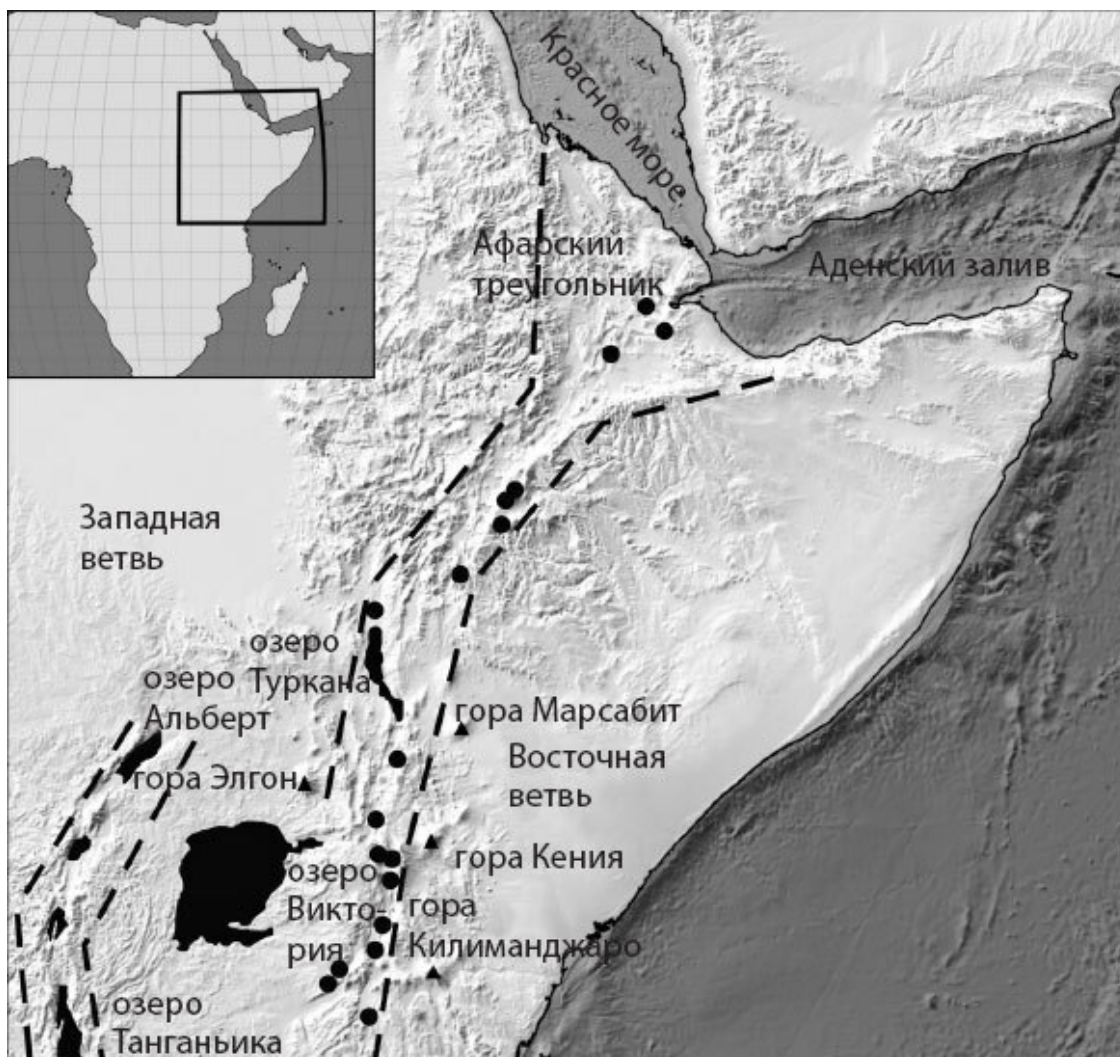
Как мы уже видели, в последние 50 миллионов лет или около того в мире в целом становится прохладнее и суше, а тектонический подъем и образование рифтовой долины привели к тому, что в Восточной Африке воцарился крайне засушливый климат и она утратила свой былой лесистый покров. Но в пределах глобальной тенденции к похолоданию и высушиванию климат стал очень нестабильным, и в нем постоянно наблюдались резкие колебания в обе стороны. Как мы подробно разберем в следующей главе, примерно 2,6 миллиона лет назад на Земле началась нынешняя эпоха ледниковых периодов с перемежающимися ледниковыми и межледниковыми фазами, которые определяются ритмическими изменениями земной орбиты и наклона ее оси – так называемыми циклами Миланковича. Восточная Африка находится слишком далеко от полюсов, и ледниковые щиты на нее не «наползали», но это не означает, что эти космические циклы не оказывали на нее сильнейшего воздействия. В частности, периодическое удлинение орбиты Земли вокруг Солнца, отчего ее эллипс становится более продолговатым – это называется долгопериодическими колебаниями эксцентриситета, – привело к тому, что в Восточной Африке бывали периоды крайне переменчивого климата. Во время каждой такой фазы крайней переменчивости климат постоянно колеблется от очень засушливого до относительно влажного в соответствии с более быстрым ритмом цикла прецессии наклонной земной оси, к чему мы еще вернемся³².

Однако эти космические циклы и вызванные ими колебания климата занимают тысячи и тысячи лет. Если мы хотим понять, как шла эволюция человека, главный вопрос состоит в том, что процессы, особенно сильно повлиявшие на Восточную Африку, например общее иссушающее воздействие тектонического подъема и возникновение рифта в этом регионе или климатические ритмы, в том числе прецессия земной оси, разворачиваются немыслимо медленно по сравнению с продолжительностью жизни животного. Однако разум и, как следствие, необычайная гибкость поведения – это механизмы приспособления, подобные швейцарскому складному ножу: они помогают отдельной особи решать разнообразные задачи, поскольку окружающая среда существенно изменяется на протяжении ее жизни. Изменения среды за значительно

³² Maslin (2007).

более долгое время привело бы к адаптационным изменениям телосложения или физиологии вида на протяжении многих поколений (как, например, приспособились к постоянной жизни в безводной пустыне верблюды). Значит, существовало какое-то мощное эволюционное давление, подталкивавшее гоминин к более разумному и гибкому поведению, а следовательно, был какой-то фактор, который влиял на наших предков на очень кратких промежутках.

В чем же состояла особенность условий в Восточной Африке, которая направила эволюцию гоминин в сторону очень высокого интеллекта – как у нас с вами? Ответ, найденный в последние годы, опять же сводится к уникальной тектонической обстановке в этом регионе. Как мы уже знаем, Восточная Африка выпятилась вверх, поскольку под ней образовался мантийный плюм, который растягивал кору, пока та не растрескалась и не раздвинулась. Поэтому для географии Восточно-Африканской рифтовой долины характерно ровное дно, куда опустились большие обломки коры, и горные кряжи, тянущиеся по обеим сторонам. В частности, в последние 3 миллиона лет на дне долины образовалось множество изолированных бассейнов, которые, когда климатические условия были достаточно влажными, вероятно, заполнялись водой и превращались в озера³³. Эти глубокие озера играли важную роль, поскольку каждый год в засушливый сезон снабжали гоминин водой надежнее, чем горные ручьи³⁴. Однако многие из этих озер были эфемерными – появлялись и исчезали, когда климат менялся.



³³ Maslin (2007); Trauth (2010).

³⁴ Maslin (2007).

Система Восточно-Африканской рифтовой долины с крупнейшими озерами и бассейнами озер-усилителей

Изображение создано автором этой книги в программе *Mathematica* 11.0 на основании данных из Trauth (2007) и Maslin (2014).

Ландшафт тектонического рифта создает резкий контраст условий между высокогорьями и дном долины. Дожди, проливающиеся над высокими стенами рифта и вулканическими пиками, питают ручьи, которые стекают в озера, испещряющие дно долины, где гораздо жарче, и вода быстро испаряется. Это означает, что многие озера в рифтовой долине крайне чувствительны к балансу осадков и испарения и даже мельчайшее изменение климата заставляет уровень воды существенно и быстро понижаться или повышаться – гораздо сильнее, чем у остальных озер на всей планете и даже в других частях Африки³⁵. Поскольку даже мелкие изменения регионального климата вызывают очень большие изменения в уровнях этих важнейших водохранилищ, их называют «озерами-усилителями»: они действуют словно высококачественный усилитель слабого сигнала. Считается, что именно эти озера-усилители и послужили недостающим звеном между долгосрочными тектоническими тенденциями, создавшими рифтовую долину, колебаниями земного климата и стремительными изменениями среды обитания, которые повлияли на нашу эволюцию самым сильным и непосредственным образом.

Здесь важно учесть две уникальные черты поведения нашей планеты в космических масштабах: растяжение эллиптической орбиты Земли вокруг Солнца (эксцентриситет) и наклон земной оси (прецессия). Каждый раз, когда орбита Земли вытягивается (максимальный эксцентриситет), климат Восточной Африки становится крайне нестабильным. В каждую из этих фаз климатических колебаний, когда цикл прецессии обеспечивает немного больше солнечного тепла Северному полушарию, на стены рифтовой долины выпадает больше дождей. Возникают и увеличиваются озера-усилители, и вдоль их берегов вырастают леса. И, напротив, в противоположную фазу цикла прецессии над долиной выпадает меньше дождей и озера уменьшаются или и вовсе исчезают. В итоге рифтовая долина снова становится крайне засушливой и с минимальной растительностью³⁶. Поэтому в целом условия обитания в Восточной Африке в последние несколько миллионов лет были очень сухими, но эта общая тенденция перемежалась периодами сильной переменчивости, когда климат колебался в обе стороны – становился то гораздо влажнее, то снова сухим.

Подобные чередования происходили примерно каждые 800 000 лет; в такие времена озера-усилители мерцали, будто скверная электролампочка, и каждый такой цикл означал сильную перемену в доступности воды, растительности и пищи, что сильнейшим образом сказывалось на наших предках. Стремительные флуктуации условий способствовали выживанию гибких и умеющих приспосабливаться гоминин и тем самым подхлестнули эволюцию крупного мозга и острого ума³⁷.

Три последних периода таких сильных колебаний климата пришлось на 2,7–2,5, 1,9–1,7 и 1,1–0,9 миллиона лет назад³⁸. При исследовании археологических данных ученые сделали интереснейшее открытие. Время появления новых видов гоминин, что зачастую было связано с увеличением размеров мозга, а также время их вымирания, как правило, совпадает с периодами колебаний сухости-влажности. Например, один из важнейших эпизодов в человеческой эволюции произошел в период с 1,9 до 1,7 миллиона лет назад, в фазу, когда пять из семи главных бассейнов озер в долине постоянно то наполнялись, то пустели. Именно тогда коли-

³⁵ Maslin (2007); Trauth (2010).

³⁶ Trauth (2010).

³⁷ Maslin (2014); Potts (2015).

³⁸ Trauth (2007); Maslin (2007).

чество разных видов гоминин достигло пика, в том числе появился *H. erectus* с его резко увеличившимся мозгом. В целом из 15 известных нам видов гоминин 12 появились именно в эти три периода³⁹. Более того, развитие и распространение технологий изготовления орудий труда в трех последовательных культурах, о которых мы уже упоминали – олдувайской, ашельской и мустьерской, – также соответствуют периодам эксцентриситета, связанным с сильной переменчивостью климата⁴⁰.

Эти периоды не только определили нашу эволюцию, они еще и считаются той самой силой, которая подтолкнула несколько видов гоминин мигрировать из родных мест в Евразию. В следующей главе мы подробно рассмотрим, как наш вид *Homo sapiens* расселился по всему миру, однако условия, побудившие гоминин покинуть Африку, опять же связаны с флуктуациями климата в Восточно-Африканской рифтовой долине.

В фазу влажности заполнение крупных озер-усилителей и избыток воды и пищи вызывали демографический взрыв, одновременно ограничивая пространство для заселения вдоль лесистых бортов рифта. Это должно было с каждой очередной влажной фазой цикла прецессии вытеснять гоминин все дальше вдоль рифтовой долины в Восточную Африку – своего рода климатическая помпа. Более влажные условия, кроме того, позволили мигрантам-гомининам двигаться на север вдоль притоков Нила и через зеленые коридоры Синайского полуострова и Средиземноморья, откуда они хлынули в Евразию⁴¹. *Homo erectus* покинул Африку в фазу переменчивого климата примерно 1,8 миллиона лет назад и впоследствии расселился до самого Китая. В Европе *H. erectus* эволюционировал в неандертальцев, а популяция *H. erectus*, оставшаяся в Восточной Африке, впоследствии превратилась в анатомически современных людей, что произошло 300 000–200 000 лет назад.

Как мы узнаем из следующей главы, наш вид расселился из Африки примерно 60 000 лет назад. По дороге через Европу и Азию мы встретили потомков предыдущих волн миграции гоминин – неандертальцев и денисовцев. Однако и те и другие вымерли около 40 000 лет назад, и остались только анатомически современные люди. После пика разнообразия видов гоминин со времени их возникновения в Африке около 2 миллионов лет назад⁴² и до периода наших тесных взаимодействий (и скрещивания) с близкородственными видами людей в Евразии *Homo sapiens* превратился в вид-одиночку. Сегодня мы – единственный сохранившийся вид из нашего рода, более того, из целого древа гоминин.

Это само по себе любопытно. Обширные археологические данные говорят, что неандертальцы тоже были видом исключительно разумным и гибким. Они изготавливали каменные орудия, охотились с копьями, подчинили себе огонь, многие из них украшали свои тела и даже хоронили мертвых. Кроме того, они были физически сильнее нас, *Homo sapiens*. И тем не менее стоило нам появиться в Европе, как неандертальцы исчезли. Вероятно, они не выдержали сурового климата в разгар ледникового периода, хотя жутковатое совпадение с нашим появлением, пожалуй, заставляет усомниться в этой версии. А может быть, анатомически современные люди яростно набросились на прежних европейцев и перебили их всех до единого. Но скорее всего мы просто победили в конкуренции за ресурсы в общей среде обитания. Считается, что современные люди гораздо лучше владели языком, а следовательно, социальной координацией и инновациями, а также лучше умели изготавливать орудия труда. И несмотря на то что мы вышли из тропической Африки позднее других, мы уже умели делать швейные иглы, а значит,

³⁹ Maslin (2007).

⁴⁰ Potts (2015).

⁴¹ Maslin (2014).

⁴² Ibid.

могли шить себе теплую одежду, в которую можно было кутаться в особенно лютые морозы ледникового периода⁴³.

Люди опережали неандертальцев умом, а не силой и в конечном итоге захватили мир. Вероятно, причина в том, что наши предки обладали более долгой эволюционной историей в крайне неустойчивом климате Восточной Африки, что и вынудило их стать умнее и гибче неандертальцев. Мы больше времени посвятили адаптации к колебаниям сухости-влажности в рифтовой долине, и это также помогло нам лучше чувствовать себя в разных климатических условиях по всему остальному миру, в том числе и выдерживать холода ледникового периода в Северном полушарии⁴⁴.

Так или иначе, животное под названием «человек» было создано особым сочетанием планетарных процессов, сложившимся в Восточной Африке в последние несколько миллионов лет. Дело не только в том, что в этих краях стало засушливо, поскольку земная кора вспучилась из-за мантийного плюма и весь регион из относительно плоского лесистого обиталища наших предков-приматов превратился в сухую саванну. Весь ландшафт преобразился – теперь это была труднопроходимая местность, изрезанная крутыми сбросовыми уступами и грядами из застывшей вулканической лавы, мир, разбитый на сложную мозаику из разнообразных участков, которая к тому же менялась со временем. В частности, экстенсивная тектоника Восточной Африки создала рифтовую долину с ее уникальной географией – высокими стенами, собиравшими дождевую воду, и жарким дном долины. Космические циклы земной орбиты и наклон ее оси периодически наполняли бассейны на дне рифта и превращали их в озера-усилители, которые быстро реагировали даже на самые скромные колебания климата и тем самым оказывали мощное эволюционное давление на все живое в этом регионе.

Такие уникальные условия на родине гоминин поспособствовали развитию вида, умеющего приспосабливаться и проявлять гибкость. Наши предки все больше и больше полагались на свой разум и на сотрудничество в социальных группах. Разнообразный ландшафт, сильно менявшийся и в пространстве, и во времени, стал колыбелью эволюции гоминин и породил голую болтливую обезьяну, настолько умную, что она в состоянии осознать, откуда появилась. Главные признаки *Homo sapiens* – разум, язык, орудия труда, социальное обучение и умение сотрудничать, позволившие нам создать сельское хозяйство, жить в городах и строить цивилизации, – стали прямым следствием крайней переменчивости климата, которая, в свою очередь, была обусловлена особой средой рифтовой долины. Мы, как и все остальные виды живых существ, – продукт окружающей среды. Мы – вид обезьян, порожденный изменениями климата и тектоникой плит в Восточной Африке⁴⁵.

⁴³ Neimark (2012).

⁴⁴ Ibid.; McKie (2013).

⁴⁵ Jung (2016).

Мы – дети тектоники плит

Тектоника плит не просто создала разнообразную динамичную среду Восточной Африки, где мы эволюционировали как вид, но еще и стала определяющим фактором для тех мест, где человечество решило создать первые цивилизации.

Взгляните на карту, где отмечены границы трущихся друг о друга тектонических плит, и наложите на нее точки, где возникли крупнейшие древние цивилизации, и вы увидите удивительно точное соотношение: почти все они расположены очень близко от границ плит. Если учесть, сколько на Земле суши, которую легко можно было бы заселить, эта корреляция весьма примечательна и едва ли случайна. Первые цивилизации словно бы сговорились, что нужно жаться поближе к тектоническим разломам, за тысячи лет до того, как ученые обнаружили эти разломы. Должно быть, в границах плит есть что-то особенно привлекательное для создания древних культур, невзирая на опасность землетрясений, цунами и извержений вулканов, которой чреват разломы земной коры.

В долине Инда, во впадине, тянущейся вдоль подножия Гималаев, около 3200 года до н. э. возникла хараппская цивилизация – одна из трех самых первых в мире (наряду с Месопотамией и Египтом)⁴⁶. При столкновении тектонических плит их края сминаются в высокие горные цепи – например, Гималаи возникли при столкновении Индии с Евразией, – однако колоссальный вес горной гряды также проминает кору вдоль нее, она опускается, и создается плавно уходящая в сторону гор выемка. По этой предгорной впадине текут реки Инд и Ганг, сбегаящие с гималайских высот, и их воды несут с гор осадки, которые создают весьма плодородные почвы для раннего земледелия. Можно сказать, что араппская цивилизация родилась в результате столкновения континентов – Индии и Евразийской плиты.

Та же картина в Месопотамии: Тигр и Евфрат текут по низине, окаймленной горами Загрос, которые возникли, когда Аравийская плита пододвинулась под Евразийскую⁴⁷. Междуреченские почвы точно так же обогащались осадками, вымытыми со склонов этой горной гряды⁴⁸. На этом стыке Аравийской и Евразийской плит возникли и ассирийская, и персидская цивилизация. Минойцы, греки, этруски и римляне тоже создали свои цивилизации вблизи от границ тектонических плит и в тектонически сложной обстановке бассейна Средиземного моря. В Мезоамерике около 2000 года до н. э. возникла цивилизация майя, которая затем распространилась на почти всю Юго-Восточную Мексику, Гватемалу и Белиз, и самые крупные ее города были выстроены среди гор, возникших при субдукции плиты Кокос между Североамериканской и Карибской плитами. А более поздняя ацтекская культура расцвела поблизости от той же границы конвергенции плит, при всех ее землетрясениях и вулканах вроде Попокатепетля, «Дымящейся горы», священной для ацтеков⁴⁹.

Плодородные пахотные земли можно найти не только в выемках вдоль подножия горных цепей, возникших при столкновении континентов, вроде Месопотамии. Плодородную сельскохозяйственную почву дают и вулканы. Они тянутся широкой полосой примерно в ста километрах от линии субдукции, поскольку по-глощенная плита заглубляется в раскаленные недра

⁴⁶ Giosan (2012).

⁴⁷ Reilinger (2011).

⁴⁸ Garzanti (2016).

⁴⁹ Два главных исключения из этой закономерности расположения первых цивилизаций на стыках тектонических плит – цивилизации Египта и Китая. Однако египетскую цивилизацию поддерживали регулярные разливы Нила, удобрявшие почву плодородными осадками, намытыми в верховьях реки, в горах, окружающих тектоническую рифтовую долину в Эфиопии и Руанде. А китайская цивилизация зародилась на равнине бассейна Желтой реки (Хуанхэ) на севере и лишь затем распространилась на юг, в долину реки Янцзы; обе эти реки текут с Тибетского плато, которое возникло в результате континентального столкновения Индии с Евразией. Поэтому и египетская, и китайская цивилизации, хотя и не расположены вдоль границы плит, обязаны своим сельским хозяйством (и богатством) недавно возникшим тектоническим особенностям местности.

и плавится, а от этого поднимаются большие пузыри магмы, которые и запускают извержения на поверхности. В регионах с плодородной вулканической почвой в полосе, где Африканская плита очутились под более мелкими плитами, составляющими регион Средиземноморья, возникли средиземноморские цивилизации, в том числе греческая, этрусская и римская⁵⁰.

В местах тектонического напряжения встречаются также открытые трещины в скальной породе или задранные вверх куски коры, так называемые взбросы, что часто создает родники. Длинная линия связанных между собой гор вдоль Южной Евразии, возникших при столкновении Африканской, Аравийской и Индийской плит, по воле случая совпала с засушливой полосой на земной поверхности. Здесь находятся Аравийская пустыня и пустыня Тар, а объясняется такой климат опусканием сухого воздуха при циркуляции в атмосфере (к чему мы вернемся в главе 8). Здесь такие взбросы часто находятся на стыке между низкими бесплодными пустынями и высокими неприветливыми горами или плато, поэтому вдоль этих географических границ часто пролегали торговые пути. На них возникало множество городов, где путешествующие купцы могли остановиться на ночлег, а воду горожане брали из родников у подножия гор⁵¹. Без тектонических сдвигов в этих местах царил бы засуха, а так эти поселения обеспечены источниками воды, однако остаются беззащитными перед разрушительными землетрясениями, которые происходят при каждом движении коры⁵².

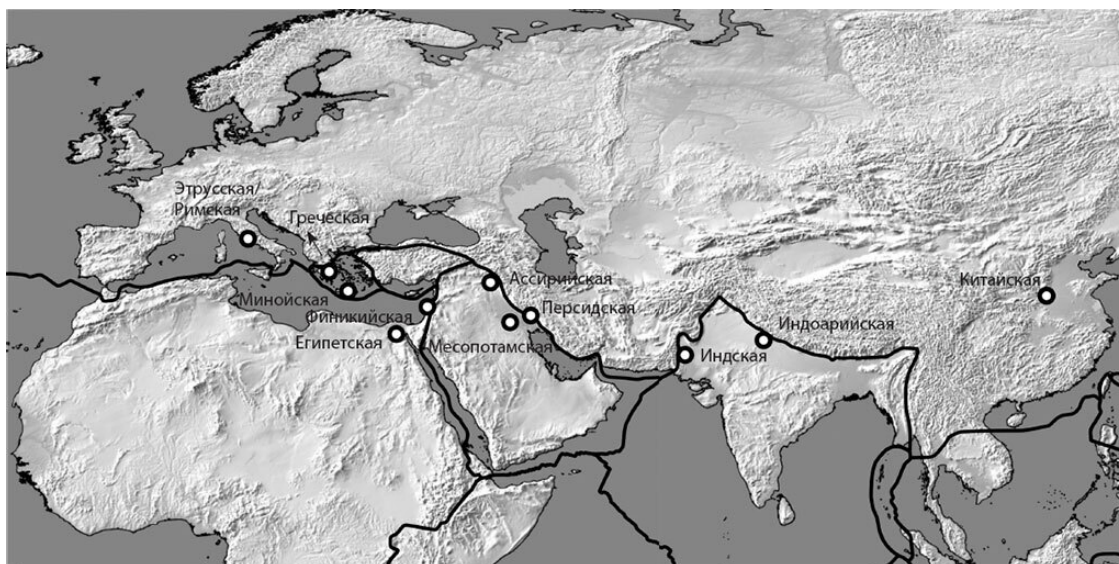
В 1994 году землетрясение полностью уничтожило деревню Сефидабе в пустыне на юго-востоке Ирана. Любопытно, что Сефидабе – место крайне уединенное: это одна из немногочисленных остановок на долгом торговом пути к Индийскому океану, и до ближайшего населенного пункта отсюда в любую сторону 100 километров. Однако землетрясение словно бы избрало деревню своей целью и стерло ее с лица земли с ужасающей точностью. Как выяснилось, Сефидабе была выстроена прямо на взбросе, скрытом глубоко под землей. Взброс залегал так глубоко, что на поверхности на его существование ничего не намекало – никаких подозрительных обрывов, – поэтому геологи его раньше не замечали. Задним числом понятно, что единственным признаком взброса была непримечательная гряда округлых холмов, которая бежала вдоль города: ее постепенно создали сотни тысяч лет землетрясений. Поселение возникло именно здесь благодаря тому, что тектоническое выталкивание пород вверх поддерживало родники у подножия гряды – единственный источник воды на много миль окрест. Тектонический сдвиг создал условия для жизни в пустыне, однако стал и причиной ее гибели⁵³.

⁵⁰ US Geological Survey publications, 'Plate tectonics and people', <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/tectonics.html>.

⁵¹ Shuckburgh (2008), p. 133.

⁵² О связи между древними цивилизациями и границами тектонических плит см. Force (2008); Force (2010); Force (2012); Force (2015), Ch. 15.

⁵³ Jackson (2006).



Крупнейшие ранние цивилизации и их близость к границам плит

Изображение создано автором этой книги в программе *Mathematica* 11.0 на основании данных из Force (2010) (Figure 1) и с использованием сведений о границах тектонических плит, предоставленных Питером Бердом из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (<http://peterbird.name/oldFTP/PB2002/>).

Родниками, возникшими при взбросах, пользовались тысячелетиями, и это объясняет расположение многих древних поселений на тектонических стыках. Однако в наши дни судьба таких поселений вызывает тревогу. Тегеран, столица Ирана, возник из скопления мелких городков на крупном торговом пути у подножия горной системы Эльбрус. Начиная с пятидесятых годов XX века город стремительно рос, и теперь это густонаселенный мегаполис, где постоянно проживает более 8 миллионов человек, а в течение рабочего дня в городе находится свыше 10 миллионов человек⁵⁴. Однако мелкие торговые городки, столетиями занимавшие эту территорию, много раз разрушались или просто уничтожались землетрясениями: взброс, на котором они стояли, смещался, чтобы сбросить накопившееся тектоническое напряжение. Город Тебриз, расположенный к северо-востоку от Тегерана на той же горной цепи, страдал от землетрясений дважды, в 1721 и 1780 годах, и при каждом из них погибало более 40 000 человек – и это во времена, когда население каждого города составляло лишь крошечную долю нынешнего. Если – а на самом деле когда – на этом взбросе произойдет очередное крупное землетрясение, последствия для Тегерана могут быть губительными. Люди жили на таких взбросах тысячелетиями, привлеченные источниками при взбросах и торговыми путями, проходившими вдоль естественной границы ландшафта, а крупные современные города, выросшие на месте этих поселений, теперь особенно беззащитны перед таким геологическим наследием⁵⁵.

Мы – дети тектоники плит. Некоторые крупнейшие города мира в наши дни покоятся на тектонических разломах, а многие древнейшие цивилизации в истории возникали вдоль границ плит, составляющих земную кору. На более фундаментальном уровне тектонические процессы в Восточной Африке определили эволюцию гоминин и создали наш вид с его высоким интеллектом и адаптивностью. А теперь поговорим об особом периоде в истории нашей планеты, который позволил человечеству покинуть родину в Великой рифтовой долине и захватить весь земной шар.

⁵⁴ <http://worldpopulationreview.com/world-cities/tehran-population>.

⁵⁵ Jackson (2006); Shuckburgh (2008), p. 133.

Глава вторая

Дрейфующие на континентах

Мы живем в довольно необычную геологическую эпоху. Это время, для которого характерна одна определяющая черта – лед. Читателю это может показаться неожиданным, ведь нас так тревожит глобальное потепление. Со времен Промышленной революции средняя температура постоянно росла, а особенно быстро – в последние шестьдесят лет, и этого нельзя отрицать. Однако этот скачок, вызванный человеческой деятельностью, наблюдается на фоне гораздо более крупномасштабного оледенения четвертичного периода. Примерно 2,6 миллиона лет назад, в начале последней геологической эпохи, Земля вступила в новый климатический режим – в череду перемежающихся ледниковых периодов. Эти условия сильно сказались на условиях жизни в том мире, в котором мы сейчас живем, и на том, как мы заняли свое место в нем.

Сейчас мы живем в межледниковый период: климат относительно теплый, ледяные шапки сокращаются, а следовательно, уровень моря повышен. Однако в среднем в последние 2,6 миллиона лет льда было гораздо больше, чем сегодня. Вероятно, кое-что о том, как выглядел мир во время последнего ледникового периода, мы знаем по музейным экспозициям и документальным фильмам: тогда почти все Северное полушарие покрывали огромные пласты льда, по тундрообразным пейзажам бродили косматые мамонты, их подстерегали в засаде саблезубые тигры, а одетые в шкуры первобытные люди эпохи палеолита охотились на них с копьями с каменными наконечниками.

Однако так выглядела лишь самая последняя фаза оледенения в недавней истории нашей планеты. За последние 2,6 миллиона лет миновало от 40 до 50 ледниковых периодов⁵⁶, и с каждым разом они становились все продолжительнее и все холоднее. Более того, климат планеты в целом в четвертичный период был особенно нестабильным⁵⁷: он колебался между суровыми ледниковыми периодами и более теплыми межледниковыми интервалами, что вызывало периодическое расширение и уменьшение огромных ледниковых щитов. Заморозка длится в среднем 80 000 лет, а передышки между ледниковыми периодами – всего лишь около 15 000 лет⁵⁸. Каждый межледниковый период, в том числе и нынешняя эпоха голоцена, в которую мы вступили 11 700 лет назад, всего лишь краткая теплая интерлюдия между периодами морозов, которые наступают достаточно резко. Почему наша планета вошла в фазу таких климатических скачков, мы еще узнаем, а пока рассмотрим, какими были условия в последний ледниковый период.

⁵⁶ Kukula (2016), Kindle location 4136; Ruddiman (2016), Ch. 4.

⁵⁷ Woodward (2014), p. 28.

⁵⁸ Ibid., p. 111.

Бодрящий морозец

Последний ледниковый период начался примерно 117 000 лет назад и длился около 100 000 лет, до начала нынешней межледниковой эпохи голоцена⁵⁹. На пике ледникового периода, с 25 000 до 22 000 лет назад, с севера на Северную Европу и Америку напоззали, глуша все живое, колоссальные ледниковые щиты толщиной до 4 километров⁶⁰. Другой ледниковый щит, поменьше, накрыл Сибирь, а ледяные шапки горных цепей – Альп, Анд, Гималаев, а также гористого хребта Новой Зеландии – распространились до самого низа.

Огромные ледниковые щиты и шапки захватили большие объемы воды, и уровень моря по всему миру упал на целых 120 метров, отчего шельфы континентов, окаймляющие большие массивы земли, тоже превратились в сушу. Североамериканский, Гренландский и Скандинавский ледниковые щиты дошли до самого края шельфов, а море вокруг, по всей видимости, было покрыто плавучими льдами⁶¹.

Поблизости от этих льдов стоял лютый мороз, к тому же с поверхности замерзших морей испарялось мало влаги, поэтому климат был гораздо суше. Ураганные ветры поднимали на сухих равнинах пыльные бури⁶². Ландшафт Европы и Северной Америки в целом напоминал тундру, промерзшая почва не оттаивала круглый год (вечная мерзлота), а дальше на юг, насколько хватало глаз, тянулись сухие травянистые степи. Почти все деревья, растущие сегодня по всей Европе, тогда сохранялись только в изолированных уголках Средиземноморья. 20 000 лет назад густые леса современной Центральной Европы напоминали скорее нынешнюю Северную Сибирь⁶³.

С окончанием каждого ледникового периода океаны снова поднимались и заливали континентальные шельфы. Установившийся межледниковый климат понемногу возвращал экосистемы на планете в широты ближе к полюсам – ледниковые щиты отступали, и условия становились мягче. В мире животных миграции – явление распространенное: птицы перелетают на зиму на юг, огромные стада диких животных прокатываются по Серенгети, словно цунами, – однако мигрируют и леса. Разумеется, отдельные деревья не могут сами выкорчеваться и двинуться в путь, но когда климат становится теплее, семена и молодые растения с каждым годом прорастают и сохраняются чуть дальше к северу, и со временем лес и правда марширует, прямо как в пророчестве в «Макбете». После последнего ледникового периода некоторые виды деревьев в Европе и Азии, по оценкам, сдвигались на север на 100 метров в год⁶⁴. За ними следовали животные – травоядные, которые непосредственно питались растениями, а за ними и хищники, охотившиеся на травоядных. В перерывы между повторяющимися ледниковыми периодами растения и животные растекались к северу и югу, будто живая волна.

⁵⁹ Stager (2012), Kindle location 305.

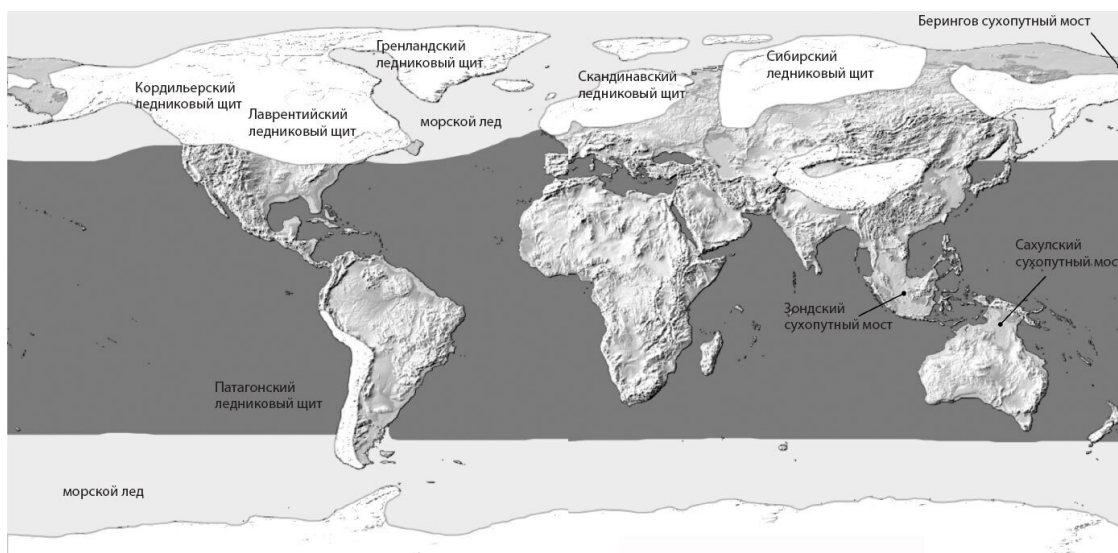
⁶⁰ Ibid.

⁶¹ Summerhayes (2015), p. 264.

⁶² Ibid.

⁶³ Ruddiman (2016), p. 45.

⁶⁴ Feurdean (2013); Liddy (2016).



Земля в ледниковый период: показаны крупнейшие континентальные ледниковые щиты и уровень моря на 120 метров ниже современного

Изображение создано автором этой книги в программе *Mathematica* 11.0 на основании сведений из Woodward (2014) и Planetary Visions (<http://www.planetaryvisions.com/Project.php?pid=2226>).

Ледниковые периоды бывают разной интенсивности, и межледниковые периоды тоже не все одинаковы⁶⁵. Последний межледниковый период, примерно 130 000–115 000 лет назад, в целом был теплее нынешнего. Средняя температура была выше по меньшей мере на 2 °C, уровень моря – на 5 метров выше, а по Европе разгуливали животные, которых мы привыкли считать скорее африканскими. В конце пятидесятых годов XX века рабочие, копавшие котлован на Трафальгарской площади в центре Лондона, обнаружили остатки самых разных животных – не только слонов, носорогов и бегемотов, а также львов, – сохранившиеся с предыдущего межледникового периода⁶⁶. Сегодняшние туристы, стоя в тени колонны Нельсона, прилежно делают селфи с бронзовыми статуями львов, сидящими на страже по углам. Многие ли из них понимают, что в последний межледниковый период им пришлось бы опасаться встречи с самым настоящим львом?

Но несмотря на краткие теплые промежутки, позволявшие животным распространяться, можно сказать, что четвертичный период – это сплошной длительный ледниковый период и даже в межледниковые времена на полюсах все равно сохраняются толстые ледяные шапки. Поговорим о том, какие события и процессы недавней истории планеты Земля привели к такому холоду и таким колебаниям климата. Оказывается, периодические ледниковые периоды имеют космические причины: их можно объяснить переменами наклона земной оси относительно Солнца и положением нашей планеты на орбите.

⁶⁵ Summerhayes (2015), p. 255.

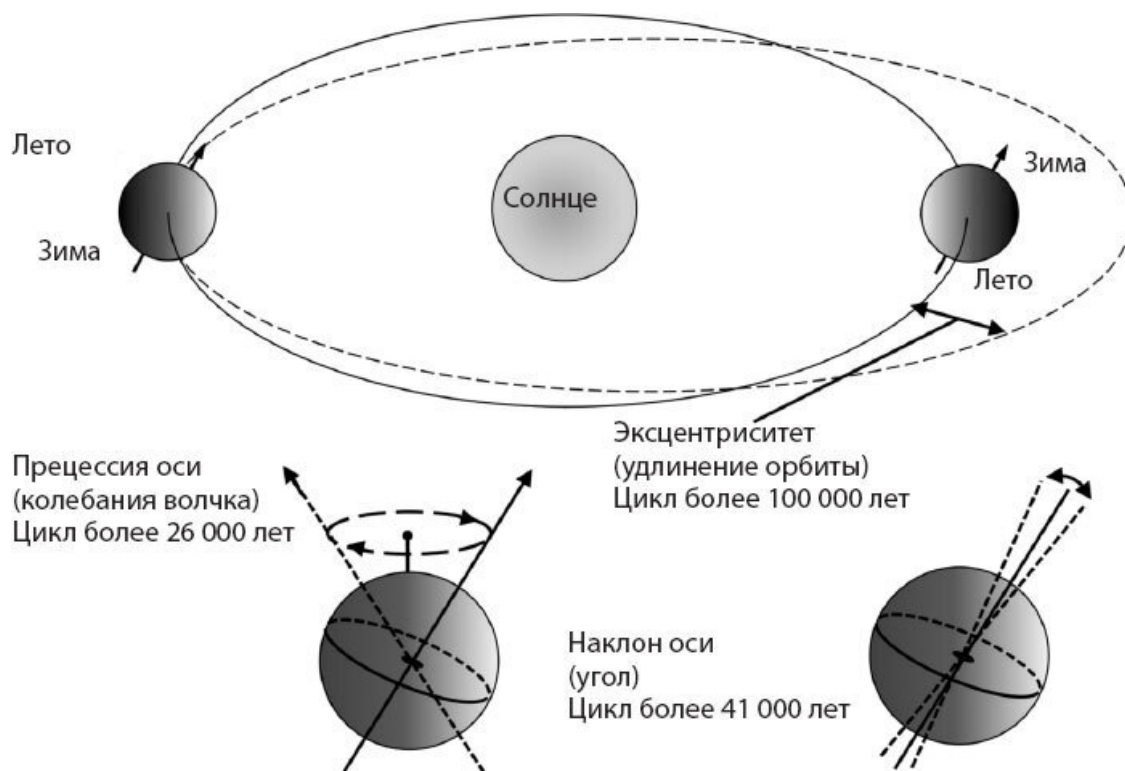
⁶⁶ Franks (1960).

Небесная механика

Если бы Земля вращалась вокруг своей оси совершенно прямо, не было бы времен года. Именно наклон земной оси определяет, что полгода Северное полушарие получает больше тепла, чем его южный собрат, поскольку подставлено Солнцу, которое, как нам кажется, стоит выше в небе, потому как его лучи падают на поверхность «прямее», и это называется лето. В другие полгода все наоборот – на севере зима, а на юге, соответственно, лето. Кроме того, Земля вращается вокруг Солнца не по круглой орбите, а по несколько вытянутой – по эллипсу. На протяжении года Земля один раз проходит на орбите точку, где она немного ближе к Солнцу, а через полгода – точку, где она немного дальше⁶⁷.

На самом деле все еще запутаннее: эти особенности нашего мира и его орбиты меняются со временем под влиянием гравитации других планет Солнечной системы, особенно гиганта Юпитера. Космические условия существования Земли меняются под воздействием трех главных факторов, и они и составляют набор небесных циклов, о котором я коротко упомянул в предыдущей главе. Во-первых, наша орбита становится то более круглой, то более вытянутой, и это происходит в течение примерно 100 000 лет – это цикл эксцентриситета. Во-вторых, примерно за 41 000 лет наклон Земли относительно Солнца колеблется между $22,2^\circ$ и $24,5^\circ$, что попеременно то подставляет полюса под солнечные лучи, то прячет от них. Этот наклон сильно влияет на выраженность времен года, поэтому даже крошечные изменения угла означают, что Арктика летом получает немного больше или немного меньше тепла. А третий, самый короткий цикл, – цикл в 26 000 лет, на протяжении которых ось планеты описывает круг, будто пошатнувшийся волчок: это называется прецессией. Прецессия обеспечивает смену времен года, когда Северное и Южное полушарие наклоняются к Солнцу (поэтому ее еще называли «предварение равноденствий»). Сейчас Северный полюс совершенно случайно указывает на Полярную звезду, что делает ее крайне полезной для навигации, как мы убедимся в главе 8, однако пройдет еще примерно 12 000 лет, и вращение наклонной земной оси сместит полюс к другой северной звезде, Веге, а лето в Северном полушарии будет приходиться на нынешний декабрь.

⁶⁷ В наши дни лето в Северном полушарии приходится на время, когда Земля отстоит дальше от Солнца на эллиптической орбите.



Циклы Миланковича: изменения параметров орбиты Земли и наклона земной оси, влияющие на наш климат

Изображение создано автором этой книги.

Поэтому климат на Земле определяется удлинением орбиты, а также наклоном и вращением оси нашей планеты, которые подвержены циклическим изменениям. Эти периодические колебания и называются циклами Миланковича, о которых я упоминал в предыдущей главе, – в честь сербского ученого, который первым разобрался, как эти космические периоды меняют земной климат. Циклы Миланковича в целом не снижают общее количество солнечного света, попадающего на поверхность Земли за год ее обращения по орбите, они влияют лишь на распределение солнечного тепла между Северным и Южным полушарием, а следовательно, на выраженность времен года.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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