

ЗЕМЛЯ в масштабе тысячелетий

Саломон Крооненберг

профессор геологии

Дельфтского технического университета (Нидерланды),

почетный профессор МГУ им. М.В. Ломоносова



Как выглядела наша планета десять тысяч лет назад? «Весна» Земли... Сверкающие ледяные шапки Скандинавии тают под солнцем... Балтийское море, чей уровень поднимается, устремляется на материк; все больше и больше земель, которые были сушей в течение ледникового периода, теперь оказываются под водой.

Другой ракурс — полярная пустыня на северо-западе Европы становится зеленой. Тюлени, зимовавшие на других побережьях все прошлые тысячелетия, пока Северное море оставалось территорией суши, перебираются обратно. Насекомые несут семена растений на север, и один за другим виды деревьев возвращаются из теплого убежища позади Альп: сначала береза, потом сосна, позже дуб и, наконец, бук. Это вроде бега наперегонки, кто же доберется первым: чем легче семена, тем быстрее путешествует вид.

Наши предки сбрасывают одежду из шкур, расправляются с последним мамонтом и на зеленеющих

пространствах Ближнего Востока ищут способы, как облегчить себе жизнь и избавиться от постоянных поисков новых территорий для охоты и рыбной ловли. Люди сеют семена более вкусных растений на обработанных участках и выясняют, что это позволяет им получить гораздо лучшую пищу. Открытие вскоре распространяется по всей Европе. Растения, животные, люди — все приходит в движение под воздействием меняющегося климата, который быстро становится более теплым.

Наступило «лето» — время расцвета. Мы, люди, развились в успешное, но беспокойное племя. Хотя климат почти постоянен, мы все еще боимся, что следующее столетие может оказаться несколько теплее. Уровень моря едва повышается, но мы думаем, будто это представляет главную угрозу нашим жизням. Благодаря возникновению сельского хозяйства десять тысяч лет назад, население планеты возросло многократно и продолжает расти. Мы волнуемся по поводу разнообразия растений и животных вокруг

Данная публикация представляет собой сокращенный перевод первой главы из книги С. Крооненберга «Человеческое измерение. Земля через 10 тысяч лет» (*Kroonenberg S. De menselijke maat — de aarde over tienduizend jaar*), первоначально изданной на голландском языке издательством «Atlas Uitgeverij Amsterdam», ISBN 9789045006819. Первое издание книги вышло в 2006 г., второе — исправленное и дополненное — в 2008-м. Публикация осуществляется с любезного разрешения автора и издательства.



нас, но никогда прежде мы не были окружены таким множеством видов. На наших полях прорастают зерновые из Ирака и Мексики, картофель из Анд; наши сады заполнены тюльпанами из Турции и рододендронами с Мадагаскара; мы держим аквариумы, полные тропических рыбок, и спрос на экзотических домашних животных растет. Мы страдаем из-за бедствий, которые регулярно преследуют нас, но во многих случаях эти события становятся катастрофическими только потому, что люди захотели жить на склоне или у подножия вулкана или в зонах, где часты землетрясения, на обрушивающихся береговых линиях или затопляемых побережьях. Мы свели леса, перепахали землю, изменили движение рек. Мы стали беспокойным племенем, чувствующим свою вину.

Но это ощущение вины — роскошь, как и сам факт, что мы, впрочем, не понимая этого, переживаем климатическое «лето». Теперь, на пике расцвета, природа добра и позволяет нам заботиться о незначительных вариациях климата и мелких смещениях наших морей — вроде ряби на поверхности. Мы рассматриваем природу исключительно в масштабах нашей человеческой меры. Но через десять тысяч лет снова наступит «осень». И это положит конец эйфории. Ледники возвратятся, и уровень моря опять понизится. Тюлени снова поселятся в Пор-

тугалии, рододендроны замерзнут в недавно теплых садах... Проснутся вулканы с невиданной силой — какой не было в краткой истории человечества. Только когда все это обрушится на нас, станет ясно, что природные масштабы — далеко за пределами наших человеческих масштабов и мер.

Почему никто не задумывается об этом? Почему мы закрываем глаза и вслепую передаем все будущие проблемы следующим поколениям? Я уже слышу возражения: это неправда! Мы чрезвычайно обеспокоены будущим, мы постоянно принимаем во внимание потребности будущих поколений. Мы боремся за устойчивое развитие мира. Согласно докладу Комиссии Брундтланд, принцип устойчивого развития состоит в «удовлетворении потребностей существующего поколения людей, не ставя под угрозу возможность будущих поколений удовлетворить их потребности». О, в самом деле? И скольких же поколений касается это утверждение? Как долго продлится период устойчивого развития? В ответ можно услышать: наши внуки должны также быть в выигрыше от нашего процветания. Внуки! Вот лучший пример ограниченности человеческих мерок! Другими словами, каждому, кто связан с нами при жизни, мы должны гарантировать хорошую жизнь — иначе они обвинят нас в растрате земных ресурсов. Два поколения. Пятьдесят лет. А что случается после



того, так это не наша проблема. Американские индейцы из племени ирокезов значительно дальше заглядывали в будущее: их вожди были обязаны принять во внимание последствия своих дел до седьмого поколения.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата* — самый крупный поставщик предсказаний — еще не готова идти так далеко. Взгляните на их диаграммы — графики прогнозов изменений температуры и повышения уровня моря наиболее часто присутствуют при обсуждении изменения климата, они получены в результате тщательных расчетов с помощью сложных моделей и все же пока не идут далее 2100 года.

Конечно, я понимаю, почему они не пошли дальше. Кривые на графиках расходятся, они разлетаются, как пчелы из улья, и любые предсказания, продолженные в будущее, стали бы слишком ненадежными. Мы не можем даже прогнозировать погоду на десять дней вперед!

* Межправительственная группа экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change — IPCC) была учреждена в 1988 г. Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Обязанность группы состоит в том, чтобы проводить оценку научно-технической и социально-экономической информации об изменении климата для мирового сообщества. Выпустила несколько научных докладов. — *Прим. ред.*

Но даже если мы не способны предсказать, какой будет погода через месяц, мы можем говорить с уверенностью, что за летом наступит осень. И для этого нам не надо знать, какая погода будет через две или через четыре недели. Достаточно знать, что существует большой масштаб цикличности, а именно орбита Земли вокруг Солнца. Этот астрономический цикл уже существует более четырех с половиной миллиардов лет. Так, независимо от того, будет дождливо или солнечно через две недели, известно точно, что наступит осень, а за ней придет зима. Правда, мы не знаем, мягкой или суровой будет эта зима.

Аналогично нынешний климатический период, условно говоря, макушка «лета», в котором мы теперь живем, сменится постепенным охлаждением — прелюдией к следующему ледниковому периоду. Чтобы утверждать это, не нужно знать, будет теплее или холоднее, чем теперь, в 2100 году или 2200-м. Чередование ледниковых периодов и периодов потепления управляются, как и чередование лета и зимы, одним из астрономических циклов: циклом Миланковича. Но в очень большом временном масштабе. Климат проходит полный цикл за сотню тысяч лет, а сам этот циклический процесс формировался в течение четырех с половиной миллиардов лет. Глобальное потепление последних лет не сможет предотвратить наступление следующего ледни-

Циклы Миланковича

В конце 30-х — начале 40-х годов XX века Милутин Миланкович (1897–1958) разработал концепцию периодичности ледниковых периодов. В соответствии с его гипотезой циклические изменения трех важнейших астрономических характеристик движения Земли (прецессии, нутации и эксцентриситета орбиты) приводят к периодическим колебаниям как абсолютной величины, так и регионального распределения по поверхности нашей планеты солнечной радиации.

Прецессия — движение оси вращения Земли по круговому конусу (как у обычного волчка или гироскопа).

Нутация — дополнительные «покачивания» земной оси (что также присуще волчку). Эти колебания обусловлены изменениями притяжения, оказываемого Луной, Солнцем и даже Юпитером на так называемый экваториальный избыток массы вращающейся Земли.

Эксцентриситет — изменения «вытянутости» земной орбиты, связанные с гравитационным воздействием на движение Земли других планет Солнечной системы. Орбита Земли циклически меняется от почти круговой до вытянутой эллиптической.

Согласно современным расчетам, характерные частоты этих трех циклов Миланковича составляют 26 тыс. лет для прецессии, 41 тыс. лет для нутации и 93 тыс. лет для эксцентриситета. Анализ керна с антарктической станции «Восток» показал, что наиболее серьезные изменения климата Земли за последние 500 тыс. лет происходили с периодичностью 100 тыс. лет (цикл эксцентриситета), менее выраженные — с периодичностью 42 тыс. лет (цикл нутации), а самые незначительные — с периодичностью 24 тыс. лет (цикл прецессии). Причем за 500 тыс. лет были отмечены четыре продолжительных ледниковых периода, разделенных сравнительно короткими периодами существенного потепления.

Россия в окружающем мире — 2008. — М.: Издательство МНЭПУ, 2008. С. 18–19.

кового периода, как и невозможно остановить чередование сезонов года. В результате человеческого вмешательства следующий ледниковый период может отличаться от тех, что были ранее. Возможно, он будет более сглаженным, но он придет. Мы можем вычислить, когда следующий ледниковый период наступит: через 23 000 лет. Приблизительно это тысяча поколений.

Политический деятель думает о следующих выборах, государственный деятель — о следующем поколении. Но кто думает о следующей тысяче поколений? Никто. Я призываю начать думать о них. Мы, люди, бываем очень умными, когда оглядываемся назад, исследуя историю человечества, историю планеты. Но почему мы не смотрим далеко в будущее?

Разумеется, мы не должны рассматривать весь период, когда Солнце погаснет и Земля остынет, — по расчетам, это случится через миллиарды лет. Мы можем даже забыть на время о годе 802701-м из «Машины времени» Г. Уэллса. Вместо этого давайте заглянем лишь на десять тысяч лет в будущее, используя то, что мы теперь знаем о земных процессах.

Зачем это нужно? Во-первых, затем, что к тому времени ряд тенденций, которые мы теперь наблюдаем, вроде потепления климата, может поменять свое направление на противоположное: к следующему ледниковому периоду. Нужно рассматривать большой отрезок цикла, который в настоящее время превышает нашу человеческую меру. Но выйдя за пределы общепринятого масштаба, мы могли бы получить и иные краткосрочные решения. Возможно, что люди, которые будут жить на планете через четыре сотни поколений, будут чувствовать себя весьма комфортно со всем тем углекислым газом, который мы выбросили в атмосферу. Потому что это будет другой климатический сезон — «осень».

Во-вторых, нам следует смотреть в отдаленное будущее для того, чтобы получить больший контроль над природными катастрофами. Известно, что чем сильнее явление, тем реже оно происходит. Чем больше землетрясение, извержение, наводнение, метеоритный ливень и т. д., тем более длинный период времени пройдет, прежде чем произойдет следующий случай такой же мощи. Землетрясение, измеряемое 8 баллами по шкале Рихтера, — в десять раз более мощное, но и столь же редкое по сравнению с землетрясением с магнитудой 7. Самые смертоносные бедствия, имевшие место на протяжении геологической истории, произошли не в кратком периоде наших наблюдений. Они за пределами наших человеческих мер. Но будущие поколения неизбежно столкнутся с такими катастрофами.

И все же почему именно десять тысяч лет? Прошлые психологически значимые этапы в наших теориях относительно будущего — 1984-й Джорджа Оруэлла и волшебный год 2000-й — ушли в прошлое. Период, в котором мы теперь живем, голоцен, начался десять тысяч лет назад. Это была «весна», о которой говорилось вначале, а мы знаем из геологической истории, что теплые периоды типа нашего редко длятся более десяти тысяч лет. Так что это — приблизительное время, когда нам стоит начать думать об «осени»?

Когда используется масштаб в десять тысяч лет? Морские дамбы Голландии были разработаны таким образом, чтобы противостоять штормам, которые происходят раз в десять тысяч лет. Вулканы, которые извергаются с периодичностью меньше десяти тысяч лет, считаются активными. Радиоактивные отходы, размещенные в подземных хранилищах, должны

оставаться неповрежденными в течение десяти тысяч лет. Размышление в терминах поколений, по определению, происходит согласно человеческой мере. Но мы должны будем научиться думать о природе в большем масштабе: в периодах не сотен лет, а десятков тысяч лет. Для большинства людей десять тысяч — абстрактное число. «Десять тысяч лет! — говорят они. — Только геологи рассуждают о миллионах лет!» Но те же самые люди не имеют возражений против выигрыша в лотерее миллиона евро, при этом они плохо представляют себе различие между десятью тысячами и миллионом евро. Конечно, они могут полагаться на специальных советников, которые помогут им иметь дело с этим внезапным богатством. Иногда я чувствую себя подобно одному из этих советников, чья работа должна помочь людям постичь необъятность самого большого, геологического, подарка человечеству: глубину времени.

Людям трудно представить не только столь гигантские временные масштабы, но и то, как земные процессы протекают во времени. Три проявления времени формируют представление об этих процессах: *время как поток, время как волна и время как пульс.*

Первое проявление — время как поток — является, вероятно, самым простым. История нашей Земли — продолжающийся процесс, необратимая последовательность событий. И каждое событие следует из предыдущих, в цепочке причин и следствий. Развитие идет в определенном направлении, и события следуют в определенном порядке одно за другим. Люди имели обыкновение думать так, потому что развитие неизбежно ведет ко все более сложным формам жизни и в конце концов к драгоценному «венцу мироздания» — Человеку. Стивен Джей Гулд использует понятие стрелы времени в своей книге «Стрела времени, временной цикл» (1987). Это определение, действительно, наиболее близко к тому, как человек воспринимает время. Еще один день рождения, человек становится на год старше, потом умирает... Время проходит, время течет, нельзя ступить в одну и ту же реку дважды, *horaruit, tempus fluit.*

Однако есть ученые (и среди них был физик, лауреат Нобелевской премии Илья Пригожин), кто утверждает, что стрелы времени не существует, что прошлое и будущее может отличить друг от друга только наблюдатель.

Второе проявление — время как волна — касается временных циклов. Циркуляция крови, дыхание как чередование вдохов и выдохов, день и ночь, лето и зима, ледниковые периоды и периоды потепления — все эти движения цикличны. Вращение Земли вокруг своей оси, движение по орбите вокруг Солнца. Вода океанов испаряется, формирует облака, из которых идет дождь, который наполняет реки, текущие к океанам, — так завершается гидрологический цикл.

Тектонические плиты, слагающие земную кору, движутся, сталкиваясь и расходясь снова: это — тектонический цикл. Потоки лавы из действующих вулканов формируют породу, которую дожди и ветры разрушают, превращая в песок и глину, реки несут все это в океаны, отложения погружаются все глубже и глубже под более молодыми слоями, плавятся и переходят в магму, чтобы потом возродиться новыми потоками лавы при вулканическом извержении, — это цикл формирования пород.

Существуют также циклы углерода, азота, и т. д. Земля всегда возвращается к точке отсчета: нет никакого начала и никакого конца. Греческое слово *kyklos* означает «круг», но в случае времени речь не идет, конечно, о возврате в точку отсчета. Время движется подобно движению волны в двух измерениях или подобно спирали — в трех. Волна на водной поверхности — совершенная иллюстрация того, как колебательное движение может трансформироваться в волну.

Третье проявление — время как пульс. История нашей Земли — беспорядочная последовательность внезапных импульсов энергии: землетрясения, метеоритные ливни, извержения, наводнения и другие катастрофы без направления, без цели, без регулярности. Когда тот, кто верит в случайное совпадение обстоятельств, попадает в катастрофу, он спрашивает в отчаянии: «Почему я? Почему мои близкие? Почему теперь?» Он не думает в терминах необходимого развития или предсказуемых событий повторяющихся циклов. Он видит только произвольность и хаос: Земля во времени как сцена катастроф. И применяет свою, человеческую мерку.

У человечества с библейских времен и до наших дней были сложности с пониманием глубины геологического времени, характера и продолжительности геологических процессов.

Я не отношусь к тем, кто берется предупредить читателей о грядущем апокалипсисе и конце человечества. Многие уже сделали это до меня, и история показала, что большинство из них ошибались. Напротив, я поддерживаю точку зрения, что человечество в состоянии приспособится к более теплому или более холодному климату, а также к понижению или повышению уровня Мирового океана. Если человек каменного века был способен пережить весь ледниковый период, хотя лишь каменные топоры были в его распоряжении, неужели наша высоко-развитая цивилизация не поможет нам справиться с повышением уровня моря на один ничтожный метр? Возможно, со временем нам придется думать о том, что делать с очередным понижением уровня моря. Но пройдет еще десять тысяч лет, прежде чем это случится.

Перевод И. Прошкиной