

Глава 1

ПОЧЕМУ НУЛЬ?

Парниковые газы удерживают тепло, повышая среднюю температуру поверхности Земли. Чем больше парниковых газов, тем выше температура. Попав в атмосферу, парниковые газы остаются там надолго; примерно одна пятая CO_2 , попавшего в атмосферу сегодня, сохранится там и через 10 тысяч лет.

Избежать повышения температуры воздуха при нынешнем уровне выбросов углекислого газа, увы, невозможно. Чем жарче становится, тем сложнее не то что процветать, но даже выживать. Мы точно не знаем, как навредит планете очередной скачок температуры, но у нас есть все причины для беспокойства. И поскольку парниковые газы остаются в атмосфере так долго, планета не остынет сразу после достижения нуля.

Ноль не точное число, и я должен объяснить, что имею в виду. В доиндустриальную эпоху — примерно до середины XVIII века — углеродный цикл в природе был, скорее всего, сбалансированным: растения поглощали примерно столько же углекислого газа, сколько выделяли люди.

А потом мы перешли на ископаемое топливо — нефть, уголь и природные газы, которые образовались за миллионы лет в процессе разложения остатков животных

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

и растений. При добыче и сжигании топлива вырабатывается дополнительный углекислый газ, который и поступает в атмосферу.

Чтобы достичь нуля, придется полностью отказаться от ископаемого топлива и прекратить всю деятельность, которая приводит к выбросу парниковых газов (а это, например, производство бетона, применение удобрений или метановые утечки с газовых электростанций). Другого пути нет. В безуглеродном будущем мы все равно продолжим загрязнять атмосферу, но у нас будет способ очистить ее от углекислого газа.

Другими словами, «дойти до нуля» не значит в буквальном смысле до нуля. Это значит «близко к нулю». Это не экзамен, за который мы получим пятерку, если добьемся 100% сокращения выбросов, или двойку, если сокращение выбросов составит только 99% и случится катастрофа. Чем больше мы сократим выбросы, тем лучше итоговый результат. Снижение выбросов на 50% не остановит потепления, а лишь затормозит его, отложит, но не предотвратит климатическую катастрофу.

Допустим, мы добьемся 99% сокращения выбросов. Какие страны и сектора экономики будут использовать оставшийся 1%? Кто это будет решать?

По сути, чтобы избежать худших сценариев, в какой-то момент нам не только придется остановить эмиссию парниковых газов, но и очищать атмосферу от тех газов, которые уже попали в нее по нашей вине. Это называется «технологией отрицательных выбросов». Другими словами, чтобы ограничить рост температуры, со временем придется удалять из атмосферы больше парниковых

газов, чем мы произвели. Возвращаясь к аналогии с ванной, мы не просто перекроем поток воды, а откроем слив и начнем выпускать уже налитую воду.

Наверняка вы уже читали о том, что будет, если мы не дойдем до нуля. В конце концов, о климатических изменениях каждый день говорят в новостях, и правильно делают: эта проблема заслуживает пристального внимания. Но такой огромный поток информации порой сбивает с толку, а иногда и противоречит сам себе.

Я постараюсь разъяснить все сложные моменты. Много лет я общался с ведущими мировыми учеными в областях климата и энергетики. Это бесконечная дискуссия, потому что климатические исследования постоянно ведут к открытиям на основе новых данных и усовершенствованных компьютерных моделей, которые используются для различных прогнозов. Однако я научился отличать вероятное и правдоподобное от возможного, но неправдоподобного и пришел к выводу, что единственный путь избежать катастрофы — дойти до нуля. В этой главе я хотел бы поделиться своими знаниями.

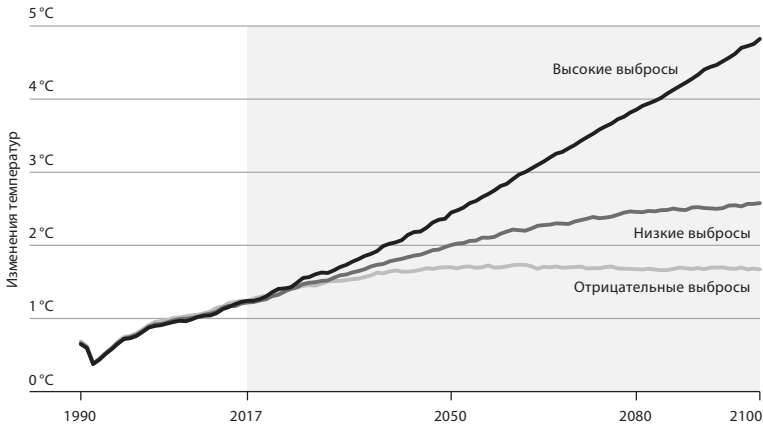
МАЛО — ЭТО МНОГО

Оказывается, к проблемам может привести даже небольшой рост средней мировой температуры — всего на 1–2 °С*. Удивительно, но это так: климат реагирует даже на незначительные изменения. Во время последнего

* В большинстве отчетов по климатическим изменениям используется шкала Цельсия. Я буду следовать этой практике в своей книге, потому что именно это вы увидите в новостях.

ледникового периода средняя температура понизилась на 6 °С по сравнению с сегодняшней. В эпоху динозавров со средней температурой примерно на 4 °С выше, чем сегодня, за Полярным кругом жили крокодилы.

Не стоит забывать, что за этими усредненными числами скрывается довольно большой диапазон температур. Хотя средний мировой показатель вырос всего на 1 °С с доиндустриальных времен, некоторые регионы уже столкнулись с ростом температуры на 2 °С и даже больше. В этих регионах проживает 20–40% мирового населения.



Три графика, о которых вам следует знать. Они показывают, насколько может повыситься температура в будущем, если выбросы парниковых газов увеличатся сильно (верхняя линия) или чуть меньше (средняя линия) и если мы станем удалять из атмосферы больше CO₂, чем производим (нижняя линия). (KNMI Climate Explorer)¹

Почему в одних странах становится жарче, чем в других? В центральной части некоторых континентов почвы стали более сухими, а значит, земля не может остывать

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

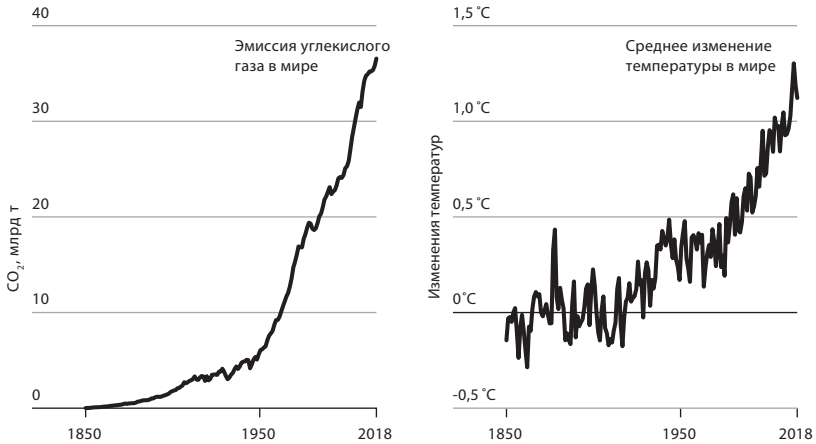
так же активно, как в прошлом. Можно сказать, что континенты «потеют» не так сильно, как раньше.

Как потепление связано с выбросом парниковых газов? Начнем с основ. Основной вид парниковых газов — это диоксид углерода, или углекислый газ, но есть и другие, такие как оксид азота и метан. Возможно, в кабинете стоматолога вам довелось испытать на себе приятное действие оксида азота — его еще называют веселящим газом, а метан — основной ингредиент природного газа, на котором работает ваша плита или водонагреватель. Многие из этих газов повышают температуру Земли намного сильнее, чем углекислый газ: например, метан, выделяясь в атмосферу, повышает температуру в 120 раз больше. Но он не сохраняется в атмосфере так долго, как CO_2 .

Чтобы было понятнее, вместо всех парниковых газов принято использовать один параметр под названием «эквивалент диоксида углерода». (Возможно, вам встречался термин CO_2 -эквивалент.) С его помощью мы объясняем тот факт, что некоторые газы улавливают больше тепла, чем диоксид углерода, но не задерживаются в атмосфере так же долго. К сожалению, эквивалент углекислого газа не идеальный параметр. В конечном счете важен не объем парниковых газов, а повышение температуры и ее влияние на людей. А в этом контексте такой газ, как метан, намного хуже, чем CO_2 . Он повышает температуру мгновенно, причем значительно. Эквивалент углекислого газа не дает полного представления об этом важном краткосрочном воздействии.

Тем не менее это лучший метод расчета выбросов парниковых газов, и он часто упоминается в дискуссиях

по климатическим изменениям, так что я буду его использовать в книге. Пятьдесят один миллиард тонн, о котором я уже не раз упоминал, — объем ежегодных выбросов по миру в CO_2 -эквиваленте. В некоторых источниках вы найдете число 37 миллиардов тонн (это только углекислый газ без других парниковых газов) или 10 миллиардов тонн (чистый углерод). Для разнообразия и чтобы у вас не рябило в глазах от слов «парниковые газы», я буду иногда использовать слово «углерод» как синоним CO_2 и других газов.



Выбросы CO_2 растут, как и температура в мире. Слева вы видите, насколько выросла эмиссия углекислого газа из-за производственных процессов и сжигания ископаемого топлива с 1850 года. Справа вы видите, как поднимается средняя температура в мире из-за увеличения выбросов. (Global Carbon Budget 2019; Berkeley Earth)²

Выбросы парниковых газов значительно выросли с 1850-х годов из-за деятельности человека, например сжигания ископаемого топлива. Взгляните на графики.

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Каким образом парниковые газы вызывают потепление? Если в двух словах, они поглощают тепло, как парник, и удерживают его в атмосфере — отсюда и название.

Вы наверняка наблюдали парниковый эффект в другой ситуации — когда ваш автомобиль долго стоял на солнце. Лобовое стекло пропускает солнечный свет внутрь, а затем удерживает часть его энергии. Вот почему внутри автомобиля намного жарче, чем снаружи.

Однако такое объяснение вызывает еще больше вопросов. Почему солнечное тепло проходит через парниковые газы к Земле, но потом те же самые газы удерживают его в атмосфере? Следует ли понимать это так, что CO_2 работает как гигантское одностороннее зеркало? И если углекислый газ и метан удерживают тепло, почему этого не делает кислород?

Ответы следует искать в химии и физике. Как вы, возможно, помните из школьных уроков физики, все молекулы вибрируют — и чем быстрее, тем больше нагреваются. Определенные типы молекул, подвергаясь воздействию излучения на определенной длине волны, блокируют это излучение, впитывают его энергию и вибрируют быстрее.

Но не у всякого излучения нужная длина волны. Солнечный свет, к примеру, проходит сквозь большинство парниковых газов, которые не поглощают его, достигает Земли и греет планету, как и много миллионов лет назад.

Дело вот в чем: Земля не удерживает всю эту энергию вечно, иначе на нашей планете уже давно было бы невыносимо жарко. Часть энергии должна уходить обратно за пределы атмосферы, но по дороге она приобретает как раз такую длину волны, что ее поглощают парниковые

газы. Вместо того чтобы уйти в открытый космос, никому не навредив, солнечный свет сталкивается с молекулами парниковых газов и заставляет их вибрировать быстрее, нагревая атмосферу. (Кстати, следует поблагодарить мироздание за парниковый эффект, без него люди не смогли бы жить на нашей планете из-за холода. Проблема в том, что излишек парниковых газов доводит ситуацию до крайности.)

Почему не все газы так действуют? Потому что через молекулы с двумя одинаковыми атомами — например, молекулу азота или кислорода — излучение проходит насквозь. Только молекулы, состоящие из разных атомов, как углекислый газ (диоксид углерода) и метан (углеводород), имеют подходящую структуру для поглощения излучения и нагревания.

Это первая часть ответа на вопрос «Зачем стремиться к нулю?»: да затем, что углекислый газ, попадающий в атмосферу, усиливает парниковый эффект! От законов физики никуда не деться.

Следующая часть ответа касается влияния парниковых газов на климат и на нас.

ЧТО НАМ ИЗВЕСТНО И ЧТО НЕИЗВЕСТНО

Ученым еще многое предстоит узнать о том, как и почему меняется климат. Межправительственная группа экспертов по климатическим изменениям не пришла пока к однозначным выводам насчет того, насколько и как быстро поднимется температура и как именно повлияет на нас глобальное изменение климата.

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Проблема частично в том, что компьютерные модели далеки от совершенства. Климат — невообразимо сложное явление, и мы еще плохо представляем, как влияют на климатические изменения облака, а также как повышение температуры воздействует на экосистемы. Исследователи еще ищут ответы на эти и подобные вопросы.

Все же объем полученных к настоящему моменту знаний позволяет прогнозировать ситуацию. Перечислим основные моменты.

Земля нагревается из-за деятельности людей. Последствия этого нагревания уже, мягко говоря, неприятные, а будут еще хуже. Есть все причины полагать, что в какой-то момент разразится катастрофа. Когда она случится? Через тридцать лет? Пятьдесят? Трудно сказать. Но, учитывая сложность решения этой проблемы, даже если худшее ждет нас только через 50 лет, действовать нужно прямо сейчас.

Мы уже повысили температуру минимум на 1 °C с доиндустриальной эпохи, и если не сократим выбросы, то к середине нынешнего века температура, вероятно, поднимется на 1,5–3 °C, а к концу столетия — на 4–8 °C.

Потепление приводит к изменению климата. Прежде чем я объясню, что нас ждет, сделаю одну оговорку: прогнозируя общие тенденции, например «будет больше жарких дней» или «уровень моря повысится», мы не можем с полной уверенностью винить климатические изменения. Например, нельзя сказать, что они вызывают аномальную жару. Однако мы можем смело утверждать, что климатические изменения значительно повысили вероятность этой аномальной жары. Неясна также связь

нагревания мирового океана с количеством ураганов, но климатические изменения делают их более влажными и интенсивными — и это факт. Нам также неизвестно, будут ли экстремальные природные явления накладываться друг на друга и не приведут ли к еще более катастрофичным результатам.

Что мы еще знаем?

Прежде всего, жарких дней будет действительно больше. Я бы мог привести статистику по всем городам США, но выбрал Альбукерке (штат Нью-Мексико), потому что меня многое связывает с этим местом: именно там Пол Аллен и я в 1975 году основали Microsoft (точнее, тогда компания называлась Micro-Soft, а через пару лет мы приняли мудрое решение, отказавшись от дефиса и прописной буквы S). В середине 1970-х, когда мы только начинали, температура в Альбукерке превышала 32 °С в среднем 36 раз в год. К середине XXI века термометры в городе будут показывать такую высокую температуру минимум в два раза чаще. А к концу столетия таких жарких дней в городе будет примерно 114. Другими словами, вместо одного жаркого месяца в году у жителей этого города будет целых три.

От жарких влажных дней не все пострадают одинаково. К примеру, Сиэтл, куда Пол и я перевели Microsoft в 1979 году, скорее всего, отделается легко. Вероятно, 32 °С там будет по 14 дней в году, по сравнению с 1–2 днями в 1970-х. А некоторым регионам потепление пойдет только на пользу. Жители холодных городов будут реже умирать от гипотермии и гриппа и меньше тратить на отопление домов и офисов.

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Но общие тенденции показывают, что климатические изменения закончатся серьезными неприятностями. Негативный эффект глобального потепления накапливается: ураганы, например, становятся интенсивнее. Ученые до сих пор спорят, вызвано ли увеличение их количества повышением температуры, но они действительно стали разрушительнее. Мы знаем, что, когда поднимается средняя температура, с поверхности Земли испаряется больше воды. Водяной пар тоже парниковый газ, но, в отличие от углекислого газа и метана, он не задерживается в воздухе надолго, а через какое-то время опускается обратно в виде дождя или снега. Когда водяной пар конденсируется и идет дождь, происходит сильный выброс энергии — это знает каждый, кто видел грозовой ливень.



Согласно одному из исследований, ураган Мария отбросил электроэнергетические системы и другую инфраструктуру Пуэрто-Рико на 20 лет назад³.

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Даже самый сильный ураган продолжается, как правило, всего несколько дней, но его последствия длятся годами. Гибель людей — трагедия сама по себе, и выжившим тяжело найти в себе силы, чтобы принять это и жить дальше, особенно если они потеряли в урагане не только близких, но и все свое имущество. Ураганы и наводнения разрушают здания, дороги и линии электропередачи, на строительство которых ушли годы. На их замену уходят деньги и время, которые можно было бы вложить в рост экономики. Приходится заниматься восстановлением вместо того, чтобы двигаться вперед. По результатам исследований, ураган Мария 2017 года отбросил инфраструктуру Пуэрто-Рико на 20 лет назад⁴. Сколько у них времени до следующего урагана и очередного поражения? Мы не знаем.

Сильные ураганы приводят к ситуации «то густо, то пусто»: в одних регионах чаще идет дождь, а в других чаще случается жестокая засуха. Горячий воздух удерживает больше влаги, и чем больше он нагревается, тем больше воды впитывает из почвы. К концу столетия в почве на юго-западе США будет на 10–20% меньше влаги, и риск засухи повысится минимум на 20%. Засухи станут реальной угрозой также для реки Колорадо, которая является источником питьевой воды почти для 40 миллионов человек, а также источником воды для полива одной седьмой части всех посевов Америки.

Потепление климата означает, что лесные пожары станут чаще и разрушительнее. Теплый воздух поглощает влагу из растений и почвы, повышая пожароопасность. Данные по миру очень разные, потому что условия

зависят от конкретного региона. Но Калифорния — яркий пример сегодняшних опасных тенденций. Лесные пожары происходят там в пять раз чаще, чем в 1970-х годах, в основном из-за того, что сезон пожаров длится дольше и в лесах гораздо больше сухой древесины, которая легко воспламеняется. Согласно выводам правительства США, в половине случаев виноваты климатические изменения, и к середине столетия лесные пожары увеличат количество разрушений в Америке в два раза⁵. Это должно встревожить всех, кто помнит чудовищный сезон пожаров в 2020 году.

Еще одно последствие потепления — повышение уровня мирового океана. Отчасти оно вызвано таянием полярных льдов, а отчасти расширением морской воды при нагревании. (То же самое происходит с металлом, поэтому «застрявшее» кольцо можно снять с пальца, если подставить его под горячую воду.) Повышение уровня океана (к 2100 году ориентировочно примерно на метр) не кажется таким уж большим, но некоторые части суши от него могут сильно пострадать. Нелегко придется прибрежным районам, а также городам, расположенным на пористых типах почв. В Майами морская вода уже поднимается через ливневую канализацию, даже в отсутствие дождей, — это называется наводнением в сухую погоду. Согласно скромным прогнозам IPCC, к 2100 году уровень океана в окрестностях Майами поднимется почти на 60 сантиметров. К тому же некоторые части города оседают (точнее, тонут), что прибавит еще 30 сантиметров.

Еще больше неприятностей рост уровня мирового океана доставит беднейшим странам мира. Явный пример — Бангладеш, страна, которая многого достигла на пути

к прогрессу. Этой стране и прежде доставлял проблемы суровый климат: у Бангладеш сотни километров береговой линии; почти вся страна расположена в низкой, затопляемой дельте рек, и каждый год здесь идут сильные дожди. Но климатические изменения еще больше усложняют жизнь местных жителей. Из-за циклонов, штормов и паводков примерно 20–30% территории Бангладеш уходит под воду, смывая посевы и дома, становясь причиной людских смертей по всей стране, — и это стало нормой.

Наконец, потепление и эмиссия углекислого газа, которая вызывает климатические изменения, отражаются на растениях и животных. Согласно исследованию, на которое ссылается IPCC, повышение температуры на 2 °C сократит ареал обитания позвоночных животных на 8%, растений на 16%, а насекомых — на 18%⁶.

С продуктами питания картина смешанная, но тоже не радужная. С одной стороны, пшеница и многие другие растения растут быстрее и нуждаются в меньшем количестве воды, когда в воздухе много углекислого газа. С другой стороны, кукуруза особенно чувствительна к жаре — а это основная сельскохозяйственная культура в США, которая приносит стране более 50 миллиардов долларов в год⁷. В одной только Айове посевы кукурузы насчитывают более 5 миллионов гектаров⁸.

На глобальном уровне существует множество теорий о влиянии климатических изменений на количество продовольствия, получаемого с гектара посевов. В некоторых северных регионах урожай вырастет, однако в большинстве стран он снизится от нескольких процентов до 50%. Климатические изменения могут наполовину

сократить урожай пшеницы и кукурузы в Южной Европе уже к середине XXI века. В странах Тропической Африки фермеры столкнутся с тем, что посевной период сократится на 20% и сотни тысяч гектаров земли превратятся в пустыню. В бедных регионах, жители которых и так тратят на еду больше половины доходов, цены на продукты питания возрастут на 20% и больше. Экстремальная засуха в Китае, сельское хозяйство которого обеспечивает пшеницей, рисом и кукурузой одну пятую населения мира, может вызвать региональный и даже глобальный пищевой кризис.

Потепление негативно скажется на животных, чье мясо и молоко мы используем в пищу. Эти особи будут менее продуктивными и станут умирать в более раннем возрасте, что, в свою очередь, приведет к повышению цен на мясо, яйца и молочные продукты. Регионы, потребляющие морепродукты, тоже попадут в сложную ситуацию, поскольку море становится не только более теплым, но еще и неоднородным: в нем появляются места с большим содержанием в воде кислорода и места с меньшим его содержанием. В итоге рыба и другая морская живность будет либо мигрировать в места с более высоким содержанием кислорода, либо попросту вымирать. Подъем температуры на 2 °C с большой вероятностью спровоцирует исчезновение коралловых рифов, лишив более миллиарда человек основного источника морепродуктов.

НЕ ДОЖДЬ, ТАК ЛИВЕНЬ

Может показаться, что разница между 1,5 °C и 2 °C не так уж велика, но климатологи проработали оба сценария

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)