

*Эта книга посвящается всем, кто принимает вызов,  
брошенный поднимающимся морем: первопроходцам,  
от которых я узнал часть этой невероятной истории,  
и всем, кто умеет слушать других, сам становится учителем  
и заглядывает в будущее*

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	9
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ. Назначение и аудитория этой книги.....</b>	<b>11</b>
<b>ЧАСТЬ I. С НАУКОЙ НЕ ПОСПОРИШЬ: УРОВЕНЬ МОРЯ БУДЕТ НАМНОГО ВЫШЕ.....</b>	<b>15</b>
<b>1. Точка невозврата позади – море все выше, а суша все меньше.....</b>	<b>17</b>
Наша жизнь полностью зависит от уровня моря и береговой линии.....	19
Мультфильм «Ледниковый период» серьезнее, чем кажется.....	22
Планета должна остывать, а не нагреваться.....	23
CO <sub>2</sub> , глобальная температура и уровень моря изменяются синхронно.....	24
Что это значит для нас на практике?.....	26
Какие населенные пункты пострадают и сколько их будет?.....	27
<b>2. Антарктида критически важна, а тающие айсберги – нет.....</b>	<b>32</b>
Повышение уровня моря трудно заметить.....	33
Лед на суше – истинная причина повышения уровня моря.....	34
Разрушение Гренландии в реальном времени.....	37
Антарктида: важный фактор повышения уровня моря.....	37
Как журналисты морочат нам голову.....	40
Аляска, Альпы, Скандинавия и другие регионы.....	42
Уровень моря не увеличивается постепенно.....	42
<b>3. Почему повышение уровня моря неотвратимо и непредсказуемо.....</b>	<b>45</b>
Почему повышение уровня моря неотвратимо.....	45
Обратите внимание на удвоение.....	47
На какое повышение уровня моря следует рассчитывать?.....	47
Удивительная правда о предсказаниях уровня моря.....	50
Экстраполяция, а не пророчество – это всего лишь модели.....	52
«Антарктическая звездочка» скрывает реальное повышение уровня моря... ..	55
Лучшие модели.....	57
Каков эффект от повышения глобальной температуры на один градус?.....	58
Министерство обороны США: время для экстремальных сценариев.....	61
<b>4. Сокращения CO<sub>2</sub> и устойчивости климата недостаточно.....</b>	<b>63</b>
«Зеленый мир» не остановит глобальное потепление.....	65
CO <sub>2</sub> и потепление: что причина, а что следствие?.....	66

Дыра в озоновом слое .....	68
Волшебного решения нет и не может быть .....	69
Геоинженерия .....	70
Что насчет посадки деревьев? .....	71
Проверка теории реальностью: начался ли экспоненциальный рост? .....	72
Промежуточный итог: что нам делать? .....	72
<b>ЧАСТЬ II. РИСУНОК НА ПЕСКЕ: ПЛАНИРОВАНИЕ НОВОЙ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ .....</b>	<b>75</b>
<b>5. Проектирование с запасом на безопасность .....</b>	<b>77</b>
Пять факторов наводнения плюс эрозия .....	79
Береговая эрозия – тоже большая проблема, но это не наводнение .....	83
Адаптация – это очень сложно .....	84
Уроки Нидерландов .....	86
Планирование: начинайте, помня о конце .....	88
Водные площади, хранилища воды и города-губки .....	89
Естественные природные процессы .....	90
Наш горизонт планирования имеет ключевое значение .....	90
Проектирование с запасом на безопасность .....	92
Тридцатилетний план .....	94
Адаптивное проектирование .....	94
<b>6. Разные места, разные решения .....</b>	<b>95</b>
Ах, этот Новый Орлеан: джаз, Марди Гра и наводнение .....	99
Венеция и Джакарта не спасутся от затопления .....	101
Низкие острова .....	103
Хьюстон и Лондон: вода атакует с двух сторон.....	104
Что происходит в Бангладеш? .....	105
Жизнь за барьером: залив Сан-Франциско, Балтия, Чесапикский залив .....	106
Реки и озера: захватывающее новое будущее .....	106
Торжество практичности: адаптивные структуры.....	107
Высокие дома на высокой земле .....	111
Архитекторы и инженеры должны стать лидерами адаптации.....	112
Новый город-порт в глубине Германии .....	112
Аннаполис: город на якоре .....	114
<b>7. Страхование и государственная политика не всегда помогают .....</b>	<b>116</b>
Один год или тридцать лет – что выбрать .....	121
Страхование от наводнения – это не то, чем кажется .....	124
Моральный риск .....	127

**8. Что происходит, когда недвижимость уходит под воду ..... 129**

Три этапа ухода под воду ..... 130

Стоимость недвижимости падает в ожидании наводнений ..... 133

**ЧАСТЬ III. ПРИНИМАЕМ ВЫЗОВ: ЛИДЕРСТВО И ВИДЕНИЕ ..... 137****9. Стакан наполовину полон –  
впереди большие возможности ..... 138**

Этапы принятия неизбежного по Кюблер-Росс ..... 138

Пора разделять проблемы и думать о хорошем ..... 139

До безумия хорошая идея? ..... 141

Новая ценность вместо обесценивания ..... 145

Мы должны подниматься с приливом ..... 146

**10. Кто укажет путь политикам,  
профессионалам и общественности? ..... 147**

Глобальная проблема с локальным эффектом ..... 149

Разумная адаптация ..... 149

Оцените свою уязвимость по контрольному списку ..... 150

Мы должны учиться и учить ..... 150

Предусмотрительные «беглецы» ..... 150

Политики и домовладельцы: разные взгляды ..... 152

Людам нужна возможность выбора ..... 152

Пора задуматься о новых строительных нормах ..... 152

Правильные вопросы могут ускорить адаптацию ..... 154

Бесприкрытый вопрос для консультантов ..... 155

Переселение городов? Вы серьезно? ..... 156

Нам нужен грандиозный пример ..... 156

Что делают королева Беатрикс и премьер-министр Ли? ..... 157

Это замечательно, но где взять деньги? ..... 159

**11. Путь вперед ..... 160**

Маленький остров Танжер ..... 161

Титаник: метафора и урок ..... 165

**Послесловие Дэвида Кинга ..... 168****Благодарности ..... 169****Полезные ресурсы, связанные с повышением уровня моря ..... 171****Список вопросов для оценки безопасности  
прибрежных активов ..... 172**

Перечень оцениваемых критериев ..... 172

**Предметный указатель ..... 175**

# ПРЕДИСЛОВИЕ

*Время и прилив никого не ждут.*

– Английская пословица (Чосер)

Когда я преподавал менеджмент и лидерство, то обнаружил одну из когнитивных ловушек, нарушающих принятие правильных решений, – это «эффект постоянства», естественная человеческая склонность предполагать, что недавний опыт надежно предсказывает дальнейшие события. Как бы мы ни ожидали продолжения удачной полосы событий, выпадение орла пять раз подряд не меняет того факта, что при следующем броске монеты вероятности выпадения орла или решки абсолютно равны. Обычно это когнитивное искажение относится к недавнему опыту, измеряемому минутами, часами или, может быть, иногда годами. Но что, если «недавно» охватывает всю историю человеческой цивилизации?

Что приводит к повышению и снижению уровня моря? Оказывается, неизменный океан, который мы все знаем (особенно если живем в глубине материка), вовсе не неизменен – он постоянно и значительно менялся с течением времени. Просто случилось так, что последнее крупное изменение произошло прямо перед тем, как люди начали замечать (или, по крайней мере, регистрировать) такие вещи. Пятнадцать тысяч лет назад – мгновение для возраста Земли – море, которое сейчас омывает берег моего родного города, было на 117 м ниже, чем сегодня. Вы могли бы пройти пешком от Коннектикута до оконечности Лонг-Айленда; на самом деле Лонг-Айленд в те дни вовсе не был островом, как и Манхэттен, если уж на то пошло.

В этой необычной книге Джон Ингландер приводит краткий, но содержательный обзор истории изменений климата на Земле, убедительно рассказывает о том, что происходит сейчас, и здраво размышляет о том, куда нам двигаться дальше (подсказка: скорее всего, подальше от береговой линии).

По сути, на Земле и вокруг нее имеется определенное и постоянное количество воды. Часть ее всегда находится в атмосфере, но большая часть находится в океанах, реках и озерах мира – и во льдах. Ледовый покров планеты – это гигантское хранилище воды, и здесь одно из двух: больше льда с меньшим количеством воды или меньше льда с большим количеством воды. Период маловодья между пятнадцатью и тридцатью тысячами лет назад соответствовал последнему большому ледниковому периоду, когда ледники покрывали большую часть Северной Америки, Европы и степей Северной Азии. Когда лед растаял, мы получили остров Мэн и такие места, как Скандинавия и Россия, и еще больше воды в океанах.

По мере постепенного потепления климата («постепенно» – важное слово здесь, как мы увидим позже) и таяния ледников в мире остались два больших

хранилища замерзшей воды – Гренландия и Антарктида. Если быть точным, в Гренландии сохраняется потенциал повышения уровня моря более чем на 6 м, в Антарктиде почти на 60 м.

Я посетил Гренландию с Джоном Ингландером несколько лет назад и пролетал на вертолете над огромным ледяным пластом, который выглядел холодным, неприступным и нерушимым. Но так он выглядел ровно до тех пор, пока мы не добрались до нескольких огромных дыр во льду размером с футбольный стадион, в которые впадали реки талых вод, стекающих в глубину. Мало того, что эта вода в конечном итоге попадает в Северную Атлантику, она также смазывает место соприкосновения льда с горными породами, ускоряя постепенное сползание ледяного покрова в сторону моря. Мы также посетили огромный ледник Якобсхавн на западном побережье Гренландии, который за последние десять лет сполз так же далеко, как за предыдущее столетие. (Нет ничего лучше, чем своими глазами увидеть, как абстрактные научные концепции, такие как изменение климата, становятся очевидными.) И это ускорение движения ледника является важной частью сообщения: у нас нет в запасе тысяч или даже сотен лет, чтобы решить эту проблему. Если повезет, то у нас есть несколько десятилетий. Во время таяния великих ледников – около 15 000 лет назад – был период, когда уровень моря поднимался более чем на 30 см каждое десятилетие. Как говорится, бывало всякое.

Так что же нам делать в первую очередь? Построить побольше ветряных мельниц и электромобилей, чтобы остановить таяние Якобсхавна и закрыть эти дыры во льду, верно? Как подчеркивает Джон, ответ – НЕТ. Масштабные шаги по контролю за использованием ископаемого топлива и построению безуглеродной экономики необходимы, но, увы, недостаточны. Мы уже прошли переломный момент изменения климата; существенное и неотвратимое повышение уровня моря уже заложено в нашем ближайшем будущем. Но признание этой реальности не умаляет безотлагательности наших усилий по декарбонизации; у нас все еще есть шанс удержать дорогостоящие и разрушительные перемены от превращения в сокрушительные и катастрофические.

На страницах этой книги Джон объясняет нам, как мы довели свою планету до такого состояния и, что более важно, что мы должны сделать сейчас, чтобы справиться с наступающей водой.

Ангус Кинг, сенатор,  
Брансуик, Мэн,  
апрель 2020 г.

# ПРЕДИСЛОВИЕ

## НАЗНАЧЕНИЕ И АУДИТОРИЯ ЭТОЙ КНИГИ

Эта книга предназначена для тех, кто хочет понять причины неизбежного и ускоряющегося роста уровня Мирового океана в ближайшие десятилетия и спланировать свою дальнейшую жизнь. Среди читателей я ожидаю увидеть:

- владельцев недвижимости, руководителей корпораций и инвесторов с активами в прибрежных зонах, таких как офисные здания, коммунальные предприятия, фабрики, а также застройщиков;
- специалистов – инженеров, архитекторов, логистов, страховщиков, юристов, военных и членов некоммерческих организаций, которым необходимо учитывать повышение уровня моря и изменение береговой линии в своей повседневной профессиональной деятельности и долгосрочном планировании;
- политиков государственного и регионального уровня, которым придется радикально изменить свое понимание планирования, национальной безопасности, прав собственности, общественного достояния, ответственности, риска и экономики;
- педагогов, которым придется составлять новые учебные пособия, чтобы отразить революционные перемены и перспективы на будущее.

Последствия повышения уровня моря для окружающей среды будут огромными и заслуживают серьезного изучения. Тем не менее основное внимание в этой книге уделяется масштабным физическим, практическим и экономическим последствиям неукротимого повышения уровня моря, которое, скорее всего, будет намного хуже, чем многие могут себе представить. Мы можем многому научиться из того периода истории Земли, когда уровень моря был почти на 8 м выше, чем сегодня. Это было частью естественных циклов ледникового периода в последние 2,5 млн лет. Нынешний кризис будет совершенно иным, и я хочу показать, как он будет выглядеть. У этой книги три основные задачи:

- 1) донести до сознания общественности ужасающую высоту, которой может достичь уровень моря в ближайшие десятилетия, затопивая большую часть прибрежных районов на очень долгий срок;

- 2) представить невероятно сложную задачу адаптации нашей цивилизации к постоянно растущему уровню моря таким образом, чтобы у читателей появилось желание безотлагательно решать проблему и искать новые возможности;
- 3) поощрять меры по максимальному замедлению глобального потепления путем отказа от ископаемых видов топлива и перехода на возобновляемые источники энергии и другие технологии для снижения уровня углекислого газа.

В этой новой книге я обновляю и углубляю научные данные, изложенные в моей первой книге *High Tide on Main Street: Rising Sea Level and the Coming Coastal Crisis* («Прилив на Мейн-стрит: повышение уровня моря и грядущий кризис прибрежной зоны»). Понимая, что многие читатели не читали предыдущую книгу, я включил в эту книгу несколько наиболее эффективных визуализаций и метафор. Все в этой книге выдержало испытание временем и оказалось точным. С момента выхода первого издания в 2012 г. многое из описанного в нем стало реальностью. В частности, многие отметили пугающее совпадение моего гипотетического сценария с сильным наводнением, опустошившим Атлантик-Сити и Нью-Йорк из-за урагана, поднявшего высокую приливную волну. В трагический день 29 октября 2012 г., всего через неделю после публикации книги, ураган Сэнди в точности последовал моему сценарию. В этой книге описаны две другие гипотетические ситуации, которые я публично озвучил раньше и которые так же быстро стали реальностью. Факты могут быть более странными, чем вымысел.

Хотя резкое повышение уровня моря кажется пугающим и плохо поддается осознанию, этот процесс идет полным ходом, и его *невозможно остановить* в этом столетии. Из-за глобального потепления, которое уже состоялось, лед будет продолжать таять еще очень долго. Скорость повышения уровня воды будет возрастать, что еще больше усугубит наводнения, сдвинув большую часть береговой линии вглубь суши. Недвижимость и другое имущество на триллионы долларов буквально уйдут под воду.

Повышение уровня моря, вероятно, станет самым большим фактором разрушения в этом столетии, несмотря на наши самые энергичные, но запоздалые усилия по замедлению глобального потепления. Будут огромные проблемы, потери и гуманитарные вызовы. Но если мы сможем осознать происходящее и подготовиться заранее, у нас также появятся огромные возможности для строительства новой жизни, приспособленной к намного более высокому уровню моря. Крайне важно, чтобы мы начали планировать и двигаться вперед, осознавая общую картину. Геологические данные предельно ясно показывают, что уровень моря будет намного выше, чем мы могли себе представить. Разумеется, мы еще энергичнее должны предпринимать усилия по замедлению глобального потепления и повышению устойчивости к участвующимся краткосрочным наводнениям.



Но третья проблема теперь не зависит от двух вышеупомянутых: мы должны начать неотложную адаптацию, чтобы подготовиться к неудержимому повышению уровня моря, пока еще есть время. В то время как многие рассматривают повышение уровня моря только как экологическую проблему, я вижу в нем также мощные экономические и эмоциональные факторы, которые можно использовать для вовлечения и просвещения широких слоев общества. Для тысяч прибрежных населенных пунктов повышение уровня моря в конечном итоге станет экзистенциальной проблемой. Я искренне надеюсь, что эта книга поможет читателям в полной готовности встретить грядущие перемены.



– Думаю, нам придется переселяться вглубь материка.

# ЧАСТЬ I

С НАУКОЙ НЕ ПОСПОРИШЬ:  
УРОВЕНЬ МОРЯ БУДЕТ  
НАМНОГО ВЫШЕ



# 1

## Точка невозврата позади – море все выше, а суша все меньше

*Из-за постоянного пренебрежения самыми явными предупреждениями мы вступили в опасный период... Эпоха прокрастинации, полумер, нелепых отсрочек и проволочек подходит к концу. Сегодня мы вступаем в эпоху последствий... Мы не можем избежать этой эпохи; мы сейчас в ней живем.*

– Уинстон Черчилль

В центре Сиэтла в конце 1800-х случилось очень сильное наводнение, которое особенно навредило району, расположенному поблизости от доков и Пьюджет-Саунд, ныне известному как Пайонир-Сквер. В то время Сиэтлу не угрожало повышение уровня Мирового океана. На самом деле там оседала земля, но последствия были ровно те же, что и от повышения уровня моря. Эта низинная часть Сиэтла была насыпана из отходов местных лесопилок, а поверх нее воздвигли здания. За десятилетия эта насыпь отсырела, сгнила и просела, в результате чего здания опустились в воду.

Оседающая земля вытесняет воду и повышает относительный уровень моря. Поднимающаяся земля дает обратный эффект. Иногда земная поверхность движется вверх или вниз весьма активно – это случается во время землетрясений, – но чаще это происходит постепенно из-за уплотнения отложений, выкачивания воды и нефти из-под земли или медленного тектонического движения плит земной коры. К городам с особенно сильным проседанием земной поверхности относятся Джакарта, Венеция, Новый Орлеан и Норфолк (штат Вирджиния).

С годами наводнения стали только сильнее, особенно во время экстремального лунного прилива – явления, известного как весенний прилив, или в просторечии *королевский прилив*. Ежемесячные наводнения стали настолько сильными, что торговцы и отели терпели убытки даже в хорошую погоду из-за переменчивого характера приливов. Наводнение не ограничивалось затопленными улицами – вода затекала прямо в некоторые здания, несмотря на дамбы из мешков с песком. Затем случился большой пожар 1889 г., уничтоживший этот район почти дотла. Горожане справедливо рассудили, что это знак судьбы, и воспользовалась данной катастрофой как возможностью решить проблему наводнения. Они взяли на себя обязательство поднять этот район города почти на 7 м выше и начали с улиц. В течение нескольких лет обитателям домов и работникам местных предприятий приходилось использовать деревянные лестницы, чтобы подниматься на уровень улицы и спускаться на «цокольный этаж», который теперь находился под землей. В течение следующего десятилетия владельцы зданий отказались от первых этажей и устроили новые вестибюли там, где раньше был первый или второй этаж.

Владельцы недвижимости и предприниматели Сизтла мудро смотрели в будущее. Они придумали решение, которое не только устраняет сиюминутную проблему, но и нацелено на долгосрочную перспективу. Переход от старого Сизтла к новому был очень некомфортным, неприглядным, дорогим и разрушительным. Но спустя десятилетия коллективные усилия окупились сполна. Решение поднять часть Сизтла – отличный пример адаптации общества к изменившимся обстоятельствам. Сегодня в городе проводятся увлекательные экскурсии по «подземному Сизтлу», где можно посетить целые кварталы тех столетних построек, в том числе вестибюли отелей, которые теперь оказались намного ниже уровня улицы. Некоторые даже были отреставрированы и переделаны в подземные кофейни и бары.

В следующих главах я приведу и другие примеры адаптации общества к повышению уровня моря и кратковременным наводнениям. Решение, которое применили жители Сизтла, сработает не везде. Многие места навсегда потеряют свою ценность и в конечном итоге будут заброшены. Кое-где этот процесс уже идет. Другие места можно адаптировать и более или менее защитить, что значительно повысит их ценность. От нашей способности увидеть общую картину происходящего зависит, насколько разумно мы устроим свое будущее, как это сделали жители Сизтла с Пайонир-Сквер. Для этого мы должны понять не только причину и масштабы сегодняшней проблемы, но и направление перемен.

## НАША ЖИЗНЬ ПОЛНОСТЬЮ ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ МОРЯ И БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ

Прибрежные районы все больше скрываются под водой, и это происходит по всему миру. Просто приглядитесь к заголовкам новостей и задумайтесь, что они означают. Более сильные приливы, прибрежные штормы, рекордное количество осадков и повышение уровня моря угрожают нашим жилищам, нашим инвестициям, национальной и даже глобальной безопасности. На рост уровня моря и смещение береговой линии вглубь суши накладывается *береговая эрозия*<sup>1</sup> (хотя это в значительной степени отдельная проблема). Уровень воды поднялся выше, чем когда-либо за последние сто тысяч лет. Повышение уровня моря – самый незаметный и коварный фактор среди всех причин наводнений. Его эффект подобен капле, наполняющей ведро. Его признаки теряются на фоне экстремальных кратковременных наводнений, которые приходят и уходят, но со временем накопительный эффект повысит уровень всех океанов. Я много путешествую по миру, рассказываю о повышении уровня Мирового океана и необходимости адаптации к новой реальности, но сталкиваюсь с широко распространенным непониманием. В некоторых случаях это очевидное идеологическое и даже политическое неприятие, но в основном непонимание проистекает из неверной информации о знаниях, которыми сегодня обладает наука о Земле и физика.

Ученые и политики часто и горячо спорят о проблеме *повышения уровня моря*<sup>2</sup> (sea level rise, SLR). Одни отвергают наличие проблем и рассматривают подступающий климатический кризис как часть длинного природного цикла, игнорируя явные свидетельства того, что мы вступили в новую эру быстрого роста, которая далеко оторвалась от естественного цикла и продлится несколько столетий. Другие утверждают, что сокращение выбросов углекислого газа остановит дальнейшее повышение уровня моря. К сожалению, ошибаются и те, и другие. Даже хорошие ученые могут ошибочно истолковать ситуацию, если не располагают широтой обзора или используют устаревшую информацию, а это еще больше вводит общественность в заблуждение. Пора увидеть общую картину и начинать приспосабливаться к новой реальности. Нельзя терять время.

*Береговая линия* – самая важная линия в мире, отделяющая ценную недвижимость от хлама, оказавшегося под водой. Расположение береговой линии определяется уровнем моря. После примерно шести тысяч лет стабильности

<sup>1</sup> Береговая эрозия – это постепенное удаление наносов и горных пород вдоль береговой линии за счет воздействия волн, течений, приливов, переносимого водой льда или других воздействий. Отступление береговой линии к суше можно измерить и описать на временной шкале приливов, сезонов и других краткосрочных циклических процессов. Береговая эрозия может быть вызвана гидравлическим действием, истиранием, ударами, коррозией, а также другими факторами естественного или искусственного происхождения. – *Прим. перев.*

<sup>2</sup> Строго говоря, речь идет о среднем уровне поверхности Мирового океана, но термин «уровень моря» более привычен для нас. Поэтому дальше для удобства и однообразия мы будем говорить про уровень моря, даже когда речь идет о береговой линии какого-либо океана. – *Прим. перев.*

береговая линия и море пришли в движение. Береговая линия смещается вглубь суши по мере повышения уровня моря. И то, и другое будет неумолимо продолжаться веками, скорость почти наверняка ускорится, что сильно удивит почти всех. Изменения в окружающем нас мире будут чрезвычайно разрушительными и совершенно не похожими на что-либо из опыта человечества. Спустя какое-то время море не только разрушит наши дома, но и глубоко вторгнется в царства животных и растений, поскольку море достигнет высот, на которых оно не бывало последние сто тысяч лет. Современные прогнозы предсказывают, что уровень моря поднимется на 2–3 м уже в этом столетии, и считается возможным дальнейшее повышение. Оглядываясь назад в историю Земли, до появления человеческой цивилизации, мы можем ясно видеть различные времена, когда уровень моря был на десятки метров выше и ниже, чем сейчас.

За миллионы лет количество льда на нашей планете, уровень моря и форма суши сильно изменились. Это трудно представить, потому что все три параметра почти не менялись в течение примерно восьми тысяч лет существования человеческой цивилизации. На Земле было много климатических эпох; одни были стабильными на протяжении столетий, в других просматривались циклические закономерности, а некоторые сопровождалась резкими переменами. Прошлые колебания уровня моря оставили четкий след. Возможно, вы видели доказательства этого, например зубы акулы и окаменелые раковины на суше, которая сейчас намного выше уровня моря. Сделав поправку на опускание или поднятие суши, мы можем получить очень четкую картину того, как со временем менялась высота океана. Но самый заметный след глобального изменения уровня моря – это огромное количество льда, оставшегося на суше в виде гигантских ледников и ледяного покрова (пластов материкового льда). На протяжении столетий и тысячелетий, по мере того как лед на суше уменьшается, высота уровня моря увеличивается. Верно и обратное.

Говоря об изменении климата, обычно мы имеем в виду долгосрочные изменения погодных характеристик, таких как температура, осадки, влажность и ветер, обычно с минимальным периодом в тридцать лет, чтобы уменьшить влияние любых вводящих в заблуждение всплесков. Изменение размера полярного льда и уровня Мирового океана на протяжении веков является доказательством долгосрочных изменений температуры.

Мы привыкли к тому, что погода непостоянна. Бывают аномально теплые и холодные, дождливые и засушливые годы, а иногда погода меняется настолько резко, что это приводит к гибели людей и разрушениям. Тем не менее до недавнего времени мы думали, что показатели погоды усредняются на протяжении столетий. Нам хотелось верить, что в целом климат стабилен, невзирая на эпизодические засухи и ливни. С развитием науки и технологий за последние полвека научное сообщество признало два неоспоримых факта о климате и погоде.

Во-первых, еще до воздействия человека климат менялся более резко, чем мы думали. Теперь мы знаем, что Земля неоднократно переживала более теп-



лые и более холодные эпохи – как циклы затяжных ледниковых периодов, так и меньшие эпохи потепления и похолодания – то быстрые, то медленные, а иногда и меняющие направление. Возможно, вы слышали о Малом ледниковом периоде или Средневековом теплом периоде<sup>5</sup>, примерах относительно небольших изменений в очень сложной климатической системе Земли. Нарастающая скорость изменения полярных ледяных шапок – один из лучших способов определить границы новой климатической эры. Драматические изменения в замерзшем Северном Ледовитом океане и льдах, покрывающих Антарктиду и Гренландию, сейчас происходят намного раньше, чем ожидалось, и сильно выбиваются из графика природных климатических циклов.

Во-вторых, зависимость климата от состава верхних слоев атмосферы – области сосредоточения углекислого газа и других так называемых *парниковых газов* – оказалась намного сильнее и динамичнее, чем мы предполагали ранее. Сейчас мы наблюдаем каскадный эффект домино, приближающий нас к переломному моменту. Например, лед, покрывающий Северный Ледовитый океан, тает намного быстрее, чем предполагалось в моделях. Это может сбить с толку даже ученых. Мир и его климат сейчас меняются на наших глазах так, как мы и представить себе не могли, в одночасье делая устаревшими многие учебники, по которым учились поколения студентов.

Если немного вдуматься, эти два факта свидетельствуют о том, что от циклически меняющегося климата прошлого, который не испытывал влияния человека, мы перешли к новой эпохе. Воздействие почти восьми миллиардов человек меняет состав атмосферы, климата, количества льда и уровня моря настолько сильно и быстро, что нам трудно признать и еще труднее принять эти перемены. И дело здесь не только в температуре воздуха и скорости таяния льда. В человеческой культуре береговая линия является фундаментальной и постоянной точкой отсчета, определяющей государство и нацию. Расположение береговой линии определяет размещение личной, коммерческой и общественной собственности. Набережные и пляжи привлекают туристов, отдыхающих и покупателей жилья. Морские порты, судоходство и рыболовство чрезвычайно важны для экономики многих стран. Даже болота и трясины жизненно важны как основная среда для размножения бесчисленных видов. Поскольку уровень моря повышается быстрее, чем обычно, эти экосистемы могут не успеть адаптироваться.

На протяжении примерно восьми тысяч лет человеческой цивилизации береговая линия оставалась почти неизменной. «Покупайте землю – ее больше не производят» – это аксиома инвестиций, передаваемая из поколения в поколение с твердой уверенностью, что земля постоянна, полезна и ограничена в количестве, что делает ее самым безопасным из всех активов. Однако по мере того, как море все быстрее вторгается в наши береговые границы, прибрежные земли перестают быть стабильным активом. Уязвимое имущество подвержено перманентной девальвации.

<sup>5</sup> Средневековый теплый период, также известный как Средневековый климатический оптимум или Средневековая климатическая аномалия, длился примерно с 800 по 1200 г. и сопровождался потеплением в Северной Атлантике. За ним последовал период похолодания, так называемый Малый ледниковый период. – *Прим. перев.*

## Мультфильм «ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД» СЕРЬЕЗНЕЕ, ЧЕМ КАЖЕТСЯ

Первые научные теории о циклических изменениях уровня Мирового океана появились более века назад, когда нашлись доказательства существования как минимум одной климатической эпохи, которую обычно называют «ледниковым периодом». Хотя сейчас многие из нас первым делом вспоминают полнометражные мультфильмы из цикла «Ледниковый период», в основе их сюжета лежит серьезная наука. Было время, когда ледяной покров и ледники высотой в милю простирались далеко от полюсов, в область средних широт. Периоды наступления ледников и ледяного покрова впервые случились задолго до появления человека, так что это исключительно природное явление. Как и в случае с любой другой наукой, с течением времени и по мере развития технологий мы расширили свои познания и теперь понимаем, что в прошлом было множество ледниковых периодов. Самый последний из них, известный как эпоха плейстоцена, длился примерно 2,5 млн лет. В плейстоцене были регулярные чередующиеся периоды потепления и похолодания, каждый из которых длился примерно сто тысяч лет. В популярной литературе именно холодные периоды длиной в сто тысяч лет принято называть ледниковыми периодами, и я не буду отступать от этой традиции в своей книге. В соответствии с этим термином последний ледниковый период достиг своего пика около 20 000 лет назад, после чего наступила фаза длительного потепления.

В настоящее время ученые пришли к согласию относительно причины регулярных колебаний периодов тепла и холода. Оказывается, изменения количества солнечной энергии, получаемой Землей, менее чем на один процент достаточно, чтобы спровоцировать глобальное изменение температуры. Основной причиной этого явления, известного как *цикл Миланковича*, является эллиптическая форма орбиты Земли. Когда Земля находится дальше от Солнца, она получает меньше тепловой энергии, подобно тому, как ежегодно получает меньше тепла в течение зимы. Образно говоря, столетичные циклы потепления и похолодания ледникового периода подобны крупномасштабной версии лета и зимы.

Проще говоря, когда Земля значительно остывает на протяжении веков, материковый ледяной покров и ледники на полюсах и в высокогорных районах становятся больше. Это приводит к понижению уровня моря, поскольку океаны и моря являются основными резервуарами воды на планете. По мере испарения с поверхности водоемов влага попадает в воздух, а затем оседает в виде снега в холодных регионах, медленно образуя ледники и вызывая понижение уровня моря в течение тысяч лет. И наоборот, по мере того как планета нагревается, ледяной покров тает, а талая вода возвращается в водоемы, вызывая повышение уровня моря. Дело в том, что количество льда на суше обратно пропорционально объему Мирового океана – ведь общий объем воды на Земле не меняется. Удивительно, но *плавучий лед*, такой как айсберги, ведет себя иначе. Как вы вскоре увидите, *таяние плавучего льда не влияет на уровень моря*.

Самый последний значительный подъем уровня моря начался около 18 000 лет назад в результате естественного потепления на выходе из ледникового периода, что привело к таянию ледяного покрова материков. В течение десяти тысяч лет уровень моря повышался в среднем примерно на 1,2 м за столетие. В среднем за год это чуть больше сантиметра. Такой прирост кажется очень ма-

леньким, и его невозможно наблюдать напрямую на фоне гораздо более заметных волн и приливов. Тем не менее, подобно каплям, наполняющим ведро, постоянный прирост год за годом дает большой эффект. Десять тысяч лет подъема уровня моря всего на сантиметр-полтора в год в сумме дают примерно 120 м, что ясно подтверждают исследования геологов. При такой средней скорости через сто лет уровень моря поднимется на 1,2 м. Думаете, это не так уж много? На самом деле повышение уровня моря на 1,2 м – огромная проблема для любой прибрежной зоны. Однако в этом столетии скорость повышения уровня моря почти наверняка будет намного выше, чем в прошлом, потому что текущая скорость планетарного потепления намного опережает естественный цикл.

## ПЛАНЕТА ДОЛЖНА ОСТЫВАТЬ, А НЕ НАГРЕВАТЬСЯ

Эпоха плейстоцена закончилась 11 700 лет назад в начале *эпохи голоцена*, периода относительно теплого, стабильного климата, продолжающегося до наших дней. Голоцен можно рассматривать как естественный поворотный момент в циклах ледникового периода. Это была относительно стабильная эпоха, в которой развивалась вся человеческая цивилизация. Следуя естественным закономерностям, в течение следующих десяти тысяч лет или около того голоцен должен был превратиться в очередную эру похолодания с последующим ледниковым периодом. Вместо этого, начиная приблизительно с прошлого века, мы вступили в экстраординарный период потепления и наблюдаем в атмосфере аномальный уровень углекислого газа – по крайней мере, на сорок процентов выше, чем за миллионы лет.

Таким образом, вопреки распространенному мнению мы вовсе не ускорили естественное изменение климата. Мы напрочь выбились из графика естественных климатических циклов, характерных для ледниковых периодов. Голоцен сменился *антропоценом* – новой эпохой потепления под влиянием деятельности человека.

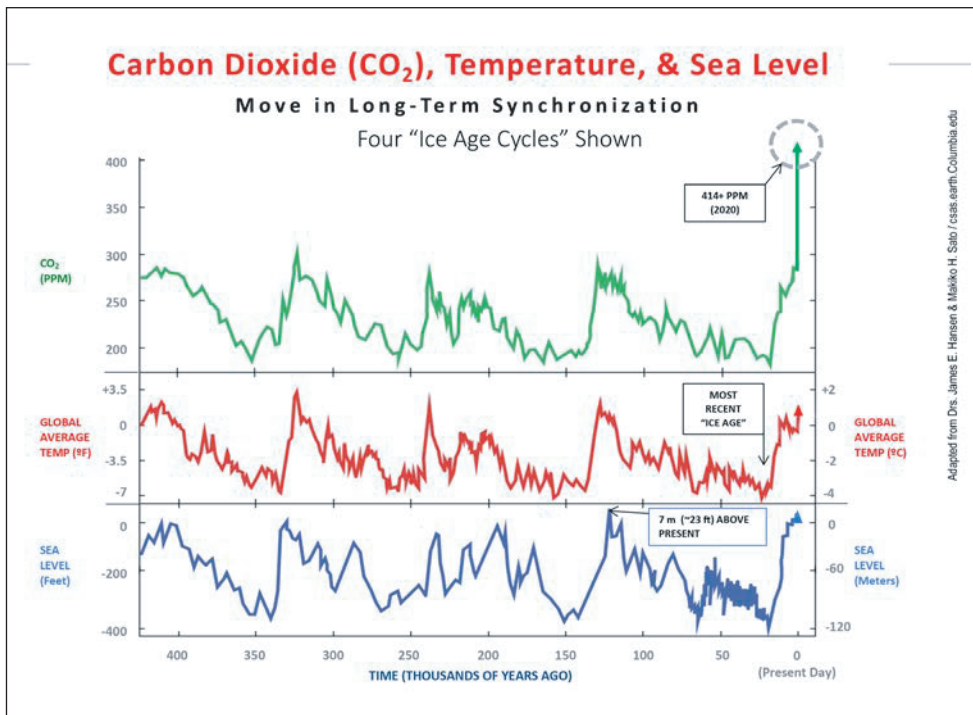
Семь или восемь тысяч лет назад уровень моря достиг примерно нынешней высоты, перестал подниматься и *вышел на плато*, т. е. стабилизировался. Многие историки полагают, что человеческая цивилизация зародилась примерно 6500 лет назад, а возможно, даже на несколько тысячелетий раньше. Примечательно, что развитие человеческой цивилизации началось примерно в то же время, когда стабилизировались климат, уровень моря и береговая линия. На протяжении тысячелетий, пока люди не обнаружили более масштабную историческую закономерность, сопровождаемую перемещениями уровня моря вверх и вниз на сотни метров, эта стабильность превратилась в убеждение, что средняя высота уровня моря неизменна и может служить ориентиром, как маркер геодезиста. По мере развития цивилизации высота чего-либо выше или ниже уровня моря стала общепринятой мерой и точкой отсчета. Люди привыкли думать, что высота моря и очертания береговой линии незыблемы, как основы мироздания. Это предположение оказалось неверным. Уровень моря и положение береговой линии меняются точно так же, как очертания огромного ледника, который кажется твердым, но медленно и постоянно меняет размер и форму.

Согласно типичному циклу ледниковых периодов, уровень моря непрерывно поднимается в течение примерно двадцати тысяч лет, а затем падает в течение

восьмидесяти тысяч лет. Фаза плато – это поворотный момент между огромными колебаниями уровня моря вверх и вниз. Недавний шести- или восьмитысячелетний период довольно стабильного уровня моря был окончанием фазы подъема, и дальше должен был начаться период *падения* уровня моря. Вместо этого он снова *поднимается*. Мы выбились из циклической последовательности ледниковых периодов, которая длилась миллионы лет. Выход из естественных климатических циклов ледниковых периодов очень хорошо коррелирует с резко возросшим уровнем углекислого газа в нашей атмосфере, что вызывает потепление. На рис. 1 график колебаний уровня моря представлен рядом с графиками колебаний глобальной средней температуры и уровня углекислого газа в атмосфере.

## CO<sub>2</sub>, ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА И УРОВЕНЬ МОРЯ ИЗМЕНЯЮТСЯ СИНХРОННО

На рис. 1 изображены четыре самых последних цикла, которые мы называем «ледниковыми периодами», с закономерностью, повторяющейся примерно каждые сто тысяч лет. График начинается слева (четыреста тысяч лет назад) и заканчивается нашими днями справа.



**Рис. 1.** Четыре самых последних цикла естественного ледникового периода хорошо видны на графике глобальной средней температуры. Примерно каждые 100 000 лет температура (в середине), концентрация CO<sub>2</sub> (верхняя линия) и уровень моря (нижняя линия) меняются практически синхронно. Сегодня, когда концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере превышает 400 г на тонну, графики температуры и уровня моря заметно отстают (иллюстрация автора адаптирована из работы докторов Джеймса Хансена и Макико Сато)

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)