

**Нико Штер, Ханс фон Шторх**

# **Погода - Климат - ЧЕЛОВЕК**

Санкт-Петербург  
АЛЕТЕЙЯ  
2011

ББК 26.237  
УДК 504.38  
Ш 90

Перевод с немецкого *К. Г. Тимофеевой*  
Перевод осуществлен по изданию:  
*N. Stehr, H. von Storch. Klima, Wetter, Mensch.*  
*München: Beck C.H., 2003*

**Штер Н., Шторх Х.**

Ш 90 Погода – Климат – Человек / Нико Штер, Ханс фон Шторх;  
пер. с нем. К. Г. Тимофеевой. – СПб.: Алетейя, 2011. – 172 с.

ISBN 978-5-91419-525-7

В совместной работе метеоролога Ханса фон Шторха и социолога Нико Штера предпринята попытка объединить естественнонаучный и социологический подходы к проблеме климата. Авторы не только объясняют, в чем различие между погодой и климатом, и развенчивают многие мифы вокруг проблемы глобального потепления, но также подробно анализируют особенности повседневного восприятия климата в обществе.

**ББК 26.237**

**УДК 504.38**

ISBN 978-5-91419-525-7



© Нико Штер, Ханс фон Шторх, 2011  
© К. Г. Тимофеева, перевод на русский язык, 2011  
© Издательство «Алетейя» (СПб.), 2011  
© «Алетейя. Историческая книга», 2011

## 1. КРАТКИЙ ОБЗОР И СЛОВА БЛАГОДАРНОСТИ

Природный климат — одно из важных условий нашего существования. Уже по одной этой причине на протяжении веков климат был и остается важнейшей темой человеческой рефлексии. С самого начала, а впоследствии все чаще и чаще высказывалось предположение или даже уверенность в том, что климат не просто является основой человеческой цивилизации, но также порождает и обуславливает ее особые формы, прогресс или, наоборот, отставание. В зависимости от климатической зоны человек может быть обласкан природой или, наоборот, страдать от нее. Впрочем, люди не просто подвержены влиянию климата, но и сами воздействуют на него своей жизнедеятельностью, как мы все чаще убеждаемся в последнее время.

Вызванное человеческой деятельностью глобальное изменение климата привлекает к себе все больше внимания. Сегодня всем известно понятие «парниковый эффект». Как заметил один из депутатов Конгресса США, потепление климата — «это главная угроза для нашей планеты». По итогам исследования, проведенного Институтом Гэллапа в индустриальных странах, глобальное изменение климата оказалось на первом месте в рейтинге опасностей. Этот процесс вызывает беспокойство даже среди ученых, которые вызывают к общественности и все чаще предупреждают о грозящей климатической катастрофе.

В нашей книге мы рассмотрим и обсудим все эти вопросы, поместив их в политический, культурологический, экономический и исторический контекст. Это далеко не новая тема, и хотя сегодня проблема климата разрабатывается главным образом в рамках научных концепций, на ее обсуждение по-прежнему влияют культура и общество.

Во введении мы дадим краткий обзор разделов нашей книги, а также выбранного нами подхода к вопросу взаимоотношения климата и общества. Тема климата затрагивает многие общественные институты. Она актуальна как для повседневной жизни, так и для науки, политики, экономики и международных организаций. При этом сам термин «климат» в разных сферах приобретает абсолютно разные значения. С одной стороны, существует современное естественнонаучное понятие, которое, как считают многие, является единственно верным; но есть еще и повседневные, формировав-

1

шиеся на протяжении веков представления о погодных явлениях, климатических условиях и влияниях. Научное понимание климата не искоренило раз и навсегда обыденные взгляды на эту проблему. Общепринятые представления о климате по-прежнему играют важную роль в повседневной жизни общества. Параллельно существуют различные идейные течения, из которых возникают социальные и политические акции. В этой книге мы попытались классифицировать и описать различные грани понятия «климат».

Во второй главе «Как менялись представления о климате» описывается процесс, в результате которого проблема климата получила общественное и политическое звучание. В ней мы обсуждаем общественное и социальное измерение климата и то, как оно менялось — или не менялось — в ходе исторического развития. Тесная связь между климатом и обществом проявилась очень рано, и особенно это касается взаимосвязи климата и самочувствия человека. Мы приведем доказательства этой взаимосвязи. До того, как понятие климата перешло в ведение науки, обычно о климате говорили только применительно к тем областям, где жил или мог жить человек. Так, например, о климате океанов речи быть не могло. Раньше климатология была лишь чем-то вроде вспомогательной описательной науки при географии, и в центре ее внимания находилось физиологическое и психологическое воздействие более или менее статичного климата на человека. В современной науке, напротив, исходят из более комплексного понятия климата.

В третьей главе под названием «Климат как состояние и ресурс» мы рассматриваем климат в том виде, в каком он существует без участия человека. Он предстает в виде стабильного фактора окружающей среды, который задает определенные рамки для деятельности человека и общества и связан с прогнозируемыми рисками. Собственно, индивид может ощутить на себе влияние климата только в этом виде, поскольку временная шкала климатических изменений соответствует временной шкале человеческого опыта, а нередко даже выходит за ее границы. В этой связи климат можно сравнить с игровым автоматом, который, в соответствии с неизменными законами вероятности, время от времени выдает различные суммы денег. Можно быть уверенным в том, что хотя и редко, но все же иногда выпадают крупные выигрыши. Некоторые игроки — вопреки логике — после крупного выигрыша (климатического экстремума) ожидают наступления продолжительной полосы неудач (непримечательного с точки зрения климата периода). Если долгое

время отслеживать результаты игры (погоду), то можно определить вероятности (для «нормальных состояний» и экстремумов) и разработать рациональные стратегии на основе ожидаемых проигрышей и выигрышей.

В главе 4 «Климат как риск и угроза» мы рассматриваем климат уже не как «константу», а как переменную. Сюда же относится актуальный сегодня — но, как мы увидим, не только сегодня — аспект антропогенного изменения климата.

В главе 5 «Манифест Цеппелин»<sup>1</sup> в нескольких гипотезах изложено то, что необходимо для выработки сбалансированной и эффективной политики в сфере климата. Несомненно, тема климата и его воздействия на наше общество слишком важна, чтобы полностью доверить ее решение представителям естественных наук, которые неоднократно терпели неудачу уже из-за непонимания собственной сопряженности с элементами культуры.

Рисунки 1 и 2 нам предоставили Ф. В. Герстенгарбе и П. Вернер, они же указали нам на книгу Умлауффа. Рисунок 22 мы получили от Д. Брайя, рисунки 4 и 7 от Х. Шмидта, рисунок 15 от Райнхарда Восса и Матиаса Дорна, рисунок 18 от Кристофа Хайнце. Все рисунки были отредактированы Б. Гардейке, за компьютерную обработку текста мы благодарим И. Лизнер. Также мы выражаем признательность Х. Лангенбергу, Г. Флезер, Е. Майер-Раймер и Патрику Хаймбаху за критические замечания по прочтении рукописи. По отдельным вопросам мы консультировались с Ульрихом Шуманом и Моджибом Латифом. Всем этим людям мы выражаем глубочайшую признательность. Отдельное спасибо также Себастьяну Бельзеру, который привел данный текст в соответствие с английским вариантом рукописи. Наконец, мы очень признательны Барбаре Штер за то, что она внимательно прочитала и откорректировала наш текст.

---

<sup>1</sup> Понятие «Цепеллин» связано с названием университета в Фридрихсхафене, где Нико Штер занимает должность профессора (<http://www.zeppelin-university.de>).

## Введение

### 2. КАК МЕНЯЛИСЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КЛИМАТЕ

Наблюдения и объяснения климатических процессов в самом общем виде можно разделить на три важных этапа. Эти этапы не только приходятся на различные исторические периоды и имеют разную продолжительность, но, кроме того, выражают разные интересы, методики наблюдения и подходы к объяснению, имеющие свою определенную аудиторию.

Интерес человека к вопросам климата возник очень давно. На первом этапе в центре внимания находился человек, т. е. первоначально люди были заняты поиском механизмов влияния климата на сущность человека, его характер и здоровье.

Лишь на исходе XIX века, по крайней мере в науке, утверждается чисто физический подход к изучению климата. Одновременно с этим начинает формироваться особая наука, занимающаяся исследованием климата. Это второй этап развития представлений о климате. С точки зрения общества, такого рода наука была важна тем, что она предоставляла таблицы, карты и атласы, описывающие средние климатические условия, а также характер и частоту экстремальных явлений. Все это находило практическое применение в сфере планирования. На данном этапе климат трактовался как объективный феномен, тогда как на первом этапе он рассматривался в качестве ресурса, приносящего либо ущерб, либо пользу людям, живущим в определенной климатической зоне.

Сегодня мы переживаем третий этап, когда климат уже не является просто данностью, но в какой-то мере может быть изменен самим человеком. Происходит своего рода возврат к темам первого этапа. Поскольку климат меняется — будь то по антропогенным или естественным причинам — неравномерно, он снова утрачивает свою «беспристрастность». На географической карте можно выделить тех, кто «выиграл» от климатических изменений, и тех, кто «проиграл», или же определить, кто «проиграл» больше, а кто меньше. «Изменение климата» превратилось в политическую категорию, причем знания об этом процессе служат аргументом в процессе внедрения социальных стратегий и ценностей. Исследования механизмов изменчивости климата становятся менее важными, чем исследования воздействия климата на экологические и социальные системы. Само слово «климат» покинуло башню из слоновой

кости, в которую его поместила сначала дескриптивная, а затем аналитическая естественная наука. Среди современных исследователей климата все реже можно встретить оторванных от практики ученых и все чаще — экспертов, которые выступают по радио и телевидению и рисуют картину безрадостных перспектив, заставляя общественность замирать от страха.

Александр Гумбольдт (1769–1859) относится к числу заинтересованных наблюдателей климата первого этапа. В первом томе своего произведения «Космос: план описания физического мира» (1845) он так описывает климат:

«Выражение “климат” в самом общем смысле обозначает все изменения в атмосфере, которые видимым образом воздействуют на наши органы: это температура, влажность, изменение давления на барометре, спокойное состояние воздуха или воздействия разнонаправленных ветров, сила электрического напряжения, чистота атмосферы или смешение ее с более или менее вредными газообразными эксгаляциями, наконец, степень обычной прозрачности или ясности небосвода, что важно не только для усиленного теплового излучения почвы, органического роста растений и созревания плодов, но и для чувств и общего состояния души человека».

В своем описании климата Гумбольдт, с одной стороны, обращает внимание на возникновение и состояние климата в зависимости от определенных геофизических и атмосферных процессов, а, с другой стороны, указывает на влияние климата на человека в целом и на его самочувствие.

Наступивший в конце XIX века перелом в понимании климата и связанная с этим постановка климатических исследований на научную основу привели к возникновению нового понятия климата. В нем акцент делается на том обстоятельстве, что климат, как писал известный австрийский метеоролог Юлиус фон Ханн (1839–1921), охватывает всю «совокупность метеорологических явлений, характеризующих среднее состояние атмосферы на том или ином участке земной поверхности».

Интерес к физическим, психическим и социальным влияниям климата ослабевает, а на первый план выходит описание климата на основе инструментального определения его переменных. Отныне различают климат и погоду. Погода — это мимолетное состояние атмосферы в данном месте в данный момент. По сравнению с погодой, климат гораздо менее изменчив, охватывает большие временные промежутки и, как правило, простирается на большие

географические территории. Серии измерений и наблюдений атмосферных переменных, в первую очередь температуры и осадков, на протяжении продолжительных промежутков времени позволили представить климат в виде количественных и статистических величин. Особую роль, начиная с этого момента, играет статистический метод наблюдения климата в значении среднего состояния атмосферы. Таким образом, изучение климата заключается прежде всего в сравнительном измерении и классификации средних показателей изменяющихся погодных условий на протяжении длительных периодов времени. В результате климат оказывается более или менее статичным и ограничивается ближайшими к земле слоями атмосферы. Глобальный климат есть не что иное, как сумма всех региональных климатов.

Когда в 20-е годы прошлого века благодаря техническим инновациям отпала необходимость ограничивать эмпирическое наблюдение климата поддающимися измерению состояниями атмосферы непосредственно у поверхности Земли, начался третий этап изучения климата. Климатология окончательно утвердилась в статусе специальной науки, занимающейся едва ли не исключительно физическим описанием климатических процессов. Физики стали все чаще обращаться к исследованию атмосферных и океанических явлений. Традиционная связь с географией ослабевала, давая простор для новой дисциплины — физики атмосферы и океана. Вследствие этой смены концепций вопросы влияния климата на биосферу и человека все больше отходили на задний план. В этом переходе климатологических исследований на новую научную основу можно выделить три особенности:

1) Расширяются наши знания о будущих и прошлых климатических условиях на Земле. На смену концепции более или менее постоянного — по крайней мере, в исторический период — климата, долгое время доминировавшей в науке XX-го века, пришло понимание того, что климат необходимо рассматривать как переменную величину применительно к любому отрезку времени<sup>1</sup>. Такой подход, наряду с анализом факторов воздействия на климатическую систему, ведет к осознанию того, что климат может меняться под влиянием человеческой деятельности. И действительно, сегодня многие исследователи климата полагают, что за последние 100 лет

---

<sup>1</sup> В разделе 4.7 мы еще вернемся к этой теме и рассмотрим различные исторические случаи, когда изменение климата интерпретировалось как результат человеческих действий.



климат уже существенно изменился вследствие человеческой активности и будет меняться дальше.

2) Климатическая система теперь может быть измерена на больших территориях при помощи спутников. Правда, пока динамические ряды данных, полученных через спутник, ограничиваются небольшими временными промежутками, так что их использование в исследовании долгосрочного развития климата тоже ограничено. Становится возможным квазимоментальное «синоптическое» отображение по крайней мере физического состояния атмосферы (погоды). К этой цели еще в конце XVIII века стремилась метеорологическая сеть «*Societas Meteorologica Palatina*» (1781–1792), учрежденная Маннгеймской академией наук. Сегодня это совершенно обычная процедура, без которой был бы невозможен ежедневный прогноз погоды.

3) Математизация физики повлекла за собой математизацию океанографии и климатологии. Атмосферные и океанические процессы описываются при помощи математических уравнений. До изобретения ЭВМ эти уравнения могли быть решены лишь в весьма упрощенном виде, поэтому исследовались только самые важные взаимосвязи. Развитие ЭВМ позволило реализовать более сложные климатические модели, с помощью которых можно максимально приближенно к реальности показать природные процессы и степень их подверженности антропогенным воздействиям. Данные климатические модели в исследованиях климата выполняют функцию экспериментальных построений<sup>1</sup>.

После того как благодаря новым методам было достигнуто более глубокое понимание процессов в климатической системе и в динамике климата, климатология в последние годы оказалась в центре внимания науки и общественности.

---

<sup>1</sup> Концептуальное рассмотрение моделей в климатологическом исследовании см. в: *Müller P., von Storch H. Computer Modelling in Atmospheric and Oceanic Sciences – Building Knowledge. Springer Verlag Berlin–Heidelberg–New York, 2004. P. 304 и далее.* На самом деле модель – это сложное понятие, которое может иметь различные значения в социальных и естественных науках. В климатологии модель – это математический конструкт, который представляет функцию всей системы через комбинацию компонентов, объясняющих совокупность всех значимых процессов, главным образом используя базовые категории, такие как масса или сохранение энергии.

### 3. КЛИМАТ КАК СОСТОЯНИЕ И РЕСУРС

Погода — частая и ни к чему не обязывающая тема для разговоров — влияет на нашу повседневную жизнь, на наше поведение и не в последнюю очередь на наше самочувствие. Почти все мы внимательно следим за погодой, охотно ее обсуждаем, а в современных квартирах и домах может не быть градусника, но почти всегда есть термометр для измерения температуры воздуха в доме и на улице.

В последнее время в непринужденных беседах о погоде все чаще всплывает вторая, родственная ей тема — тема климата. Часто можно слышать жалобы на то, что «погода» испортилась. При этом имеется в виду погодная статистика, т. е. климат. Люди сетуют на то, что ураганы случаются чаще или что они сильнее, чем раньше, что погода становится все менее предсказуемой, а границы между временами года — все более размытыми. Утверждается также, что человечество само наносит ущерб климату или даже разрушает его, а вместе с ним и основы своего собственного существования. В разделе 4.7 мы увидим, что эта тема далеко не так нова, как кажется. Раньше люди тоже задавались вопросом, в какой мере их деятельность может негативно отразиться на климате. Не оставался без внимания и вопрос о том, как сильно климатические условия влияют на условия жизни.

В данном разделе нас будет интересовать статичный, т. е. неизменный климат, в котором время от времени происходят опасные экстремальные явления (штормовые приливы<sup>1</sup>, наводнения и засухи), но который стабилен в том смысле, что любая подобная катастрофа может считаться «нормальной», поскольку после нее восстанавливаются прежние обычные условия. Вековой прилив происходит в среднем раз в сто лет, а если он не происходит, то значит что-то не в порядке с климатом или с расчетной методикой вековых приливов. Если два вековых прилива происходят непосредственно друг за другом, это еще не повод для беспокойства. Климат, переживаемый каждым из нас лично, имеет важную особенность: надежность или нормальность. Эта надежность позволяет нам разумно обращаться с климатом, пользоваться его возможностями и реагировать на его удары. В то же время надежность

---

<sup>1</sup> Или, как их называют в других регионах, тайфуны или тропические циклоны.

климата — причина того, что у большинства людей нет оснований не доверять климату. Впрочем, в современном обществе доверие к природе разрушается. Экологические проблемы в целом и вероятность изменения климата в частности меняют не только отношение человека к природе, но — в качестве побочного эффекта — отношение природы к человеку. Так что вопрос о том, оправдано ли сегодня существовавшее на протяжении столетий доверие климату, будет иметь принципиальное значение для будущего человечества.

В разделе 3.1 мы рассматриваем климат с точки зрения повседневного опыта человека и в значении лимитирующего фактора экосистем и человеческой деятельности. В этом контексте климат представляет собой статистику локальных колебаний погоды. Эти явления проявляются в таких параметрах, как продолжительность сияния Солнца в течение дня, количество и частота осадков, (приземная) температура и ветер, облачность и тому подобное. Именно эти параметры важны для потребителей климатологической информации: лесничеств, экологов, судоходств, транспортников и туристической индустрии. Для ученых-климатологов они имеют второстепенное значение. Ученые рассматривают климат как сложно организованную систему, в которой взаимодействуют и влияют друг на друга различные компоненты: океан, атмосфера, морские льды и так далее (Раздел 3.2). В этом контексте «температура воздуха у земной поверхности» имеет сравнительно небольшое значение. Ученых интересуют другие параметры, ничего не говорящие дилетантам и потребителям метеорологической информации. Это, например, теплообмен, функция тока, вертикальный обмен, поглощение и отражение сияния облаками. Представление климата в виде взаимодействующей системы физических компонентов позволяет климатологам объяснить, почему наш нынешний климат, как в глобальном, научном смысле, так и в локальном, обыденном понимании, является именно таким, какой он есть. Впрочем, эти представления не всегда встречают понимание общественности. Простым людям они интересны лишь с точки зрения полезности для экономики или планирования отпуска.

Естественнонаучной модели климатической системы противостоит социальная модель (Раздел 3.3). И хотя обе эти модели зависят друг от друга, они признаются и считаются важными в разных сферах общественной жизни. В центре научной модели по сути находится генезис климата (Почему возникают ураганы? Почему

климат статичен?), тогда как социальная модель в большей мере ориентирована на фактическое или воспринимаемое воздействие климата. В разделе 3.4 мы рассмотрим идейное течение под названием «климатический детерминизм», согласно которому человеческая деятельность в значительной степени определяется климатическими условиями. В разделе 3.5 мы обсудим, насколько эти представления совместимы с современными знаниями.

### **3.1. Климат как аспект восприятия окружающей среды**

Климат открывается человеку только в виде совокупности погодных явлений в месте его проживания, поэтому с точки зрения восприятия окружающей среды климат — это «типичная погода». Так, мы замечаем, что в какие-то годы лето было очень теплым и сухим, а в какие-то — дождливым, что время от времени случается сразу несколько сильных бурь, а в отдельные зимние периоды бурь не бывает вовсе. Не стоит путать понятие «типичная погода» с понятием «средняя погода»: первая определяется частотностью экстремальных явлений, последняя есть математический артефакт, не существующий в реальности.

Наш опыт наблюдения за типичной погодой служит основой для хозяйственной деятельности. Для некоторых поселенцев недавно открытых земель этот опыт был болезненным. Понаблюдав за погодой в течение первых нескольких лет, они сделали преждевременные выводы относительно последующих лет. Опыт такого рода ограничивается доступными для наблюдения частями населенной местности, а также часто используемыми судоходными путями. Восприятие климата в этом значении не выходит за рамки процессов и явлений у поверхности земли, таких как температура, ветер, осадки, солнечное сияние. Выражаясь научным языком, понятие климата сводится к пограничному слою атмосферы, как правило, в средних широтах.

Термометр, изобретенный около 1600 года Галилео Галилеем, и барометр, сконструированный в 1643 году Эванджелистой Торричелли, стали первыми техническими приборами для первого этапа, продлившегося вплоть до 20-х годов прошлого столетия. Это был период инструментальных метеонаблюдений, ограниченных земной поверхностью. Поистине революционные изменения в этих инструментальных наблюдениях начались в 1920-х годах с использо-

вания воздушного шара для измерения климатических переменных на различной высоте. В этом направлении климатология развивается до сих пор. Сегодня важным источником информации являются спутниковые измерения.

Еще несколько десятилетий назад климатология была описательной дисциплиной, в задачи которой входило составление различного рода карт и таблиц. Выдающийся метеоролог конца XIX—начала XX века, профессор Венского университета Юлиус фон Ханн (1839–1921) в первом издании своего, долгое время считавшегося хрестоматийным справочника по климатологии<sup>1</sup> пишет: «Наука о климате ... имеет своей задачей познакомить нас со средними состояниями атмосферы над различными областями земной поверхности».

В самосознании метеорологов прошлого века климатология понималась как один из аспектов географии. Метеорология — как раньше, так и теперь — есть нечто отличное от климатологии, поскольку метеорология занимается главным образом физикой процессов в атмосфере. Прогноз погоды — по общему мнению, основная задача метеорологов — долгое время составлялся при помощи довольно сомнительных, с современной точки зрения, методов (например, на основе классификации метеоусловий или выискивания схожих ситуаций в прошлом). Лишь с появлением ЭВМ в конце 1940-х годов метеорология обрела более прочный научный фундамент.

В основном повседневный опыт наблюдений связан с суточным и годовым ходом: утром, до восхода солнца холоднее всего, влажность воздуха максимальна, и происходит конденсация влаги. На рисунке 1 показан суточный ход погоды летом в Германии. Максимальная температура достигается около 14 часов, до 6.00 отмечается самая низкая температура. Разница температур около 5° в прибрежном регионе близ Варнемюнде гораздо меньше, чем в глубине материка в Потсдаме: там амплитуда дневных колебаний температуры — примерно 7 °C.

Годовая динамика температуры, т. е. увеличение или уменьшение теплоты воздуха, лежит в основе различения времен года. На рисунке 2/3 выборочно отображены климатические диаграммы дневных и ночных значений средней нормы осадков и средних температур в течение года.

---

<sup>1</sup> *Hann J. Handbuch der Klimatologie. Bd. 1. Allgemeine Klimalehre. Stuttgart, Engelhorn, 1908.*

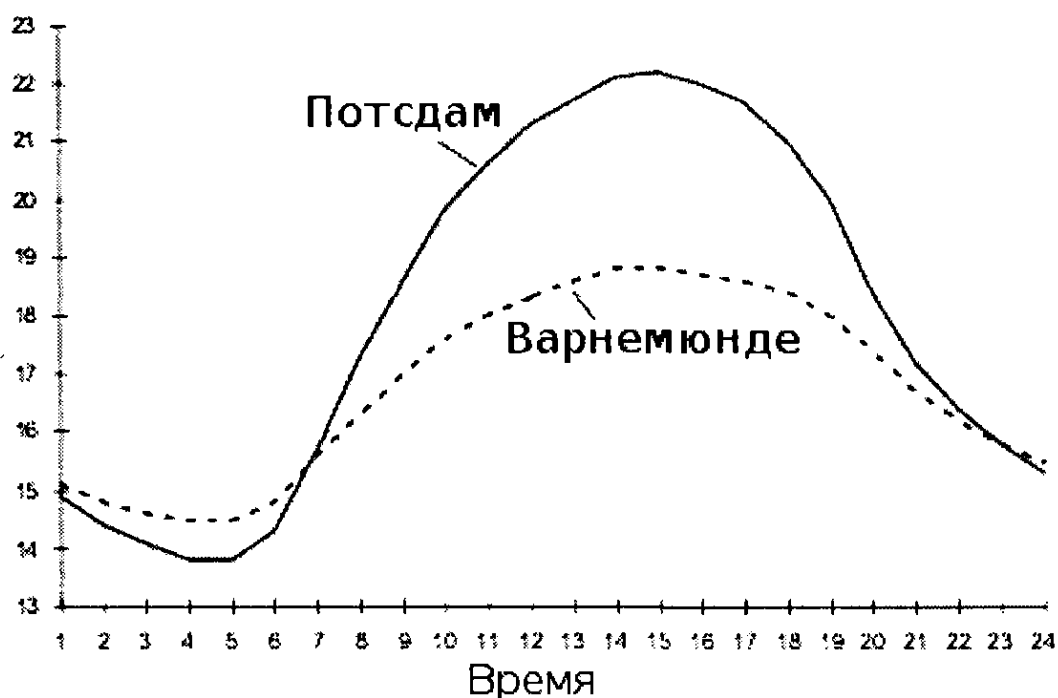


Рис. 1. Ход среднесуточной температуры в июле в Варнемюнде (на побережье Балтийского моря) и в Потсдаме

В нашем сознании самый холодный и самый теплый месяц ассоциируется с зимой и летом. На самом деле «официальные» времена года определены астрономически. Это определение полностью соответствует метеорологической дефиниции, хотя в контексте метеорологии правильнее было бы, наоборот, называть месяцы декабрь-январь-февраль зимой, март-апрель-май — весной и так далее. Слово «зима» следовало бы заменить словом «северная зима», так как в южном полушарии декабрь, январь и февраль, разумеется, в среднем самые теплые месяцы в году.

Поскольку деление года на четыре сезона базируется на наблюдении за изменениями температуры, оно не совпадает с динамикой долготы или краткости дней. Дело в том, что в умеренных климатических зонах Земли минимальные температуры не выпадают на самый короткий день, точно так же как максимальные не выпадают на самый долгий. Эту разницу легко объяснить с точки зрения физики: максимальная температура воды в ванной достигается не тогда, когда поступает самая горячая вода, а когда поступающая вода теплее, чем вода в ванной (если пренебречь другим процессами).

Характерная динамика температур в течение года для некоторых точек земного шара показана на рисунках 2 и 3. На примере

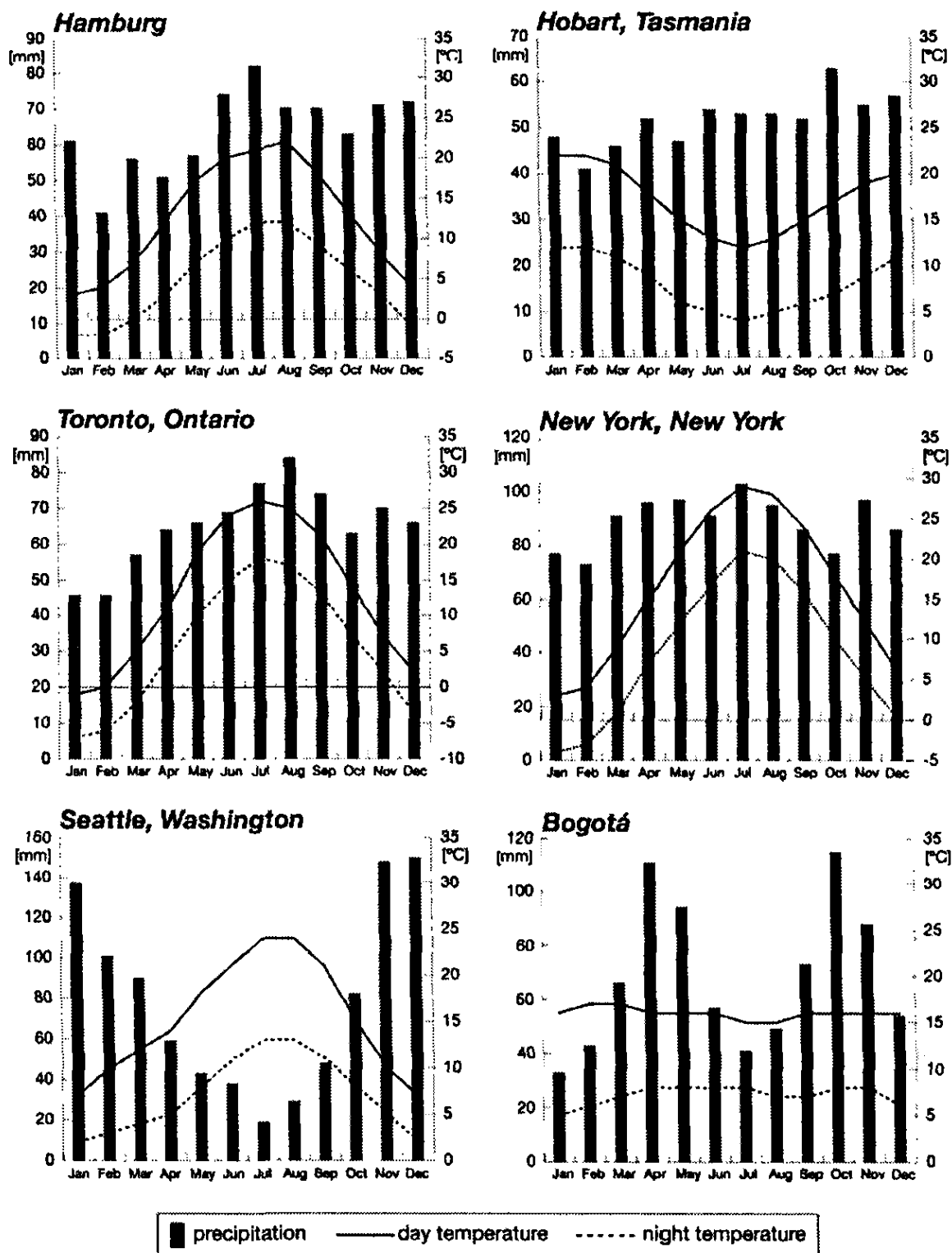


Рис. 2. Осадки, дневные и ночные температуры, зафиксированные на отдельных метеостанциях

Гамбурга (Германия) и Хобарта (Австралия) четко прослеживается противоположность северного и южного полушарий, равно как и отсутствие явно выраженного годового цикла в тропических регионах, например, в Дарвине на севере Австралии или в Боготе на севере Южной Америки.

В умеренных климатических зонах северного и южного полушария четыре времени года прослеживаются более или менее отчетливо. Для тропических зон или для регионов вблизи полярных кругов это деление уже не действует, так как динамика температур в этих областях выглядит иначе. В тропиках, где осадки имеют гораздо большее значение, чем температура, во многих областях вместо «годового цикла» с годовым минимумом или максимумом существует «полугодовой цикл» с двумя годовыми минимумами и максимумами. Это связано с тем, что там дважды в год солнечные лучи падают на Землю под прямым углом. Примером таких регионов могут служить Мумбаи в Индии, Рангун в Мьянме или Дарвин в Австралии.

На графиках 2 и 3 отображено среднее количество осадков, которое также может сильно варьироваться от станции к станции. Для регионов с муссонным климатом, в частности для Мумбаи, характерно чередование двух сезонов – сухого и влажного. В других регионах, например, в Гамбурге, Хобарте или Нью-Йорке, наблюдается умеренное количество осадков. Бимодальное распределение с двумя минимумами и двумя максимумами прослеживается на диаграммах Найроби в Восточной Африке и Боготы.

Таким образом, времена года в значении универсального климатического ориентира были изобретены людьми, населяющими умеренные климатические зоны. В повседневной жизни смена времен года многими воспринимается положительно. Те, кто родился в зоне умеренного климата, а проживает в другой климатической зоне, где нет четко выраженных времен года, считает их отсутствие едва ли не недостатком своей новой окружающей среды.

Утвердившийся в конце прошлого столетия научный подход к климату стал причиной того, что субъективные, неопределенные классификации климатических условий, выраженные, например, в таких фразах, как «Зимой в нашем регионе суровый климат» или «Летом погода здесь переменчивая, и часто идут дожди», сменились объективными инструментальными наблюдениями. Одним из первых примеров методологически обоснованной техники и процедуры измерения можно считать результаты, полученные вышеупомяну-



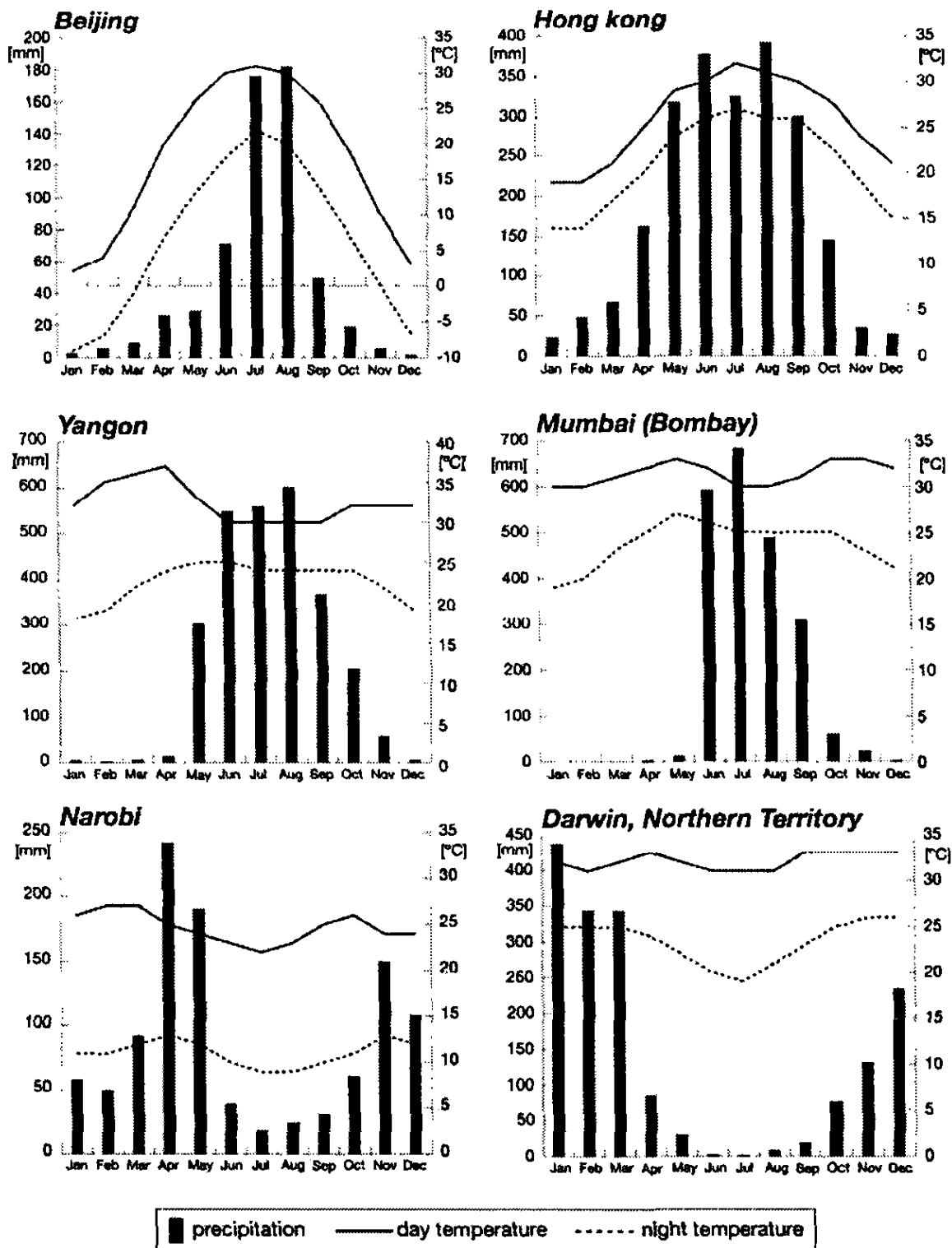


Рис. 3. Осадки, дневные и ночные температуры, зафиксированные на отдельных метеостанциях

тым обществом «Societas Meteorologica Palatina»<sup>1</sup> в 1775 году в период Рождественских праздников в различных городах Европы.

С тех пор как климатология достигла такого уровня, что может выразить категорию климата в количественных показателях, приходится решать вопрос о том, что из огромного количества данных имеет информативную ценность для общества и науки. Другими словами, необходимо ограничивать число возможных наблюдений такими переменными, которые могут быть измерены надежными методами, обладают практической ценностью и репрезентативны для той или иной области и временного промежутка.

Наряду с важнейшими (био-) климатическими переменными, такими как (приземная) температура и осадки, ведутся регулярные наблюдения влажности, ветра, облачности, продолжительности солнечного сияния. Еще одна климатическая переменная, наблюдаемая уже не метеорологическими, а гидрографическими службами, — это уровень воды у побережий океанов, внутренних морей и рек.

Научное изучение климата легло в основу надежного описания климатических переменных и привело к применению в этой области языка цифр. Начались поиски методов, которые бы позволили измерить климатические переменные таким образом, чтобы полученные числовые данные были, с одной стороны, воспроизводимы для того или иного региона, а с другой стороны, сопоставимы с другими регионами.

Эта задача сложнее, чем кажется на первый взгляд. Так, например, среднее значение дневной температуры может меняться просто потому, что измерения проводились не в 6.00, 12.00, 18.00 и 24.00, а в 7.00, 13.00, 19.00 и 1.00. По приблизительным расчетам, проведенным в начале 1940-х годов, температура поверхностных вод в океане понизилась почти на полградуса, но связано это с тем, что в эти годы для измерения температуры поверхностных вод использовали не ту воду, которую черпали за бортом судна, а охлаждающую воду в моторном отсеке.

История метеорологии и океанографии пестрит подобными случаями «неоднородности» результатов наблюдения. Нередко статьи, привлекающие внимание общественности, отражают изменения не

---

<sup>1</sup> Описание работы этого общества см. в: Kington John A. The Societas Meteorologica Palatina: An eighteenth-century meteorological society // Weather. 1964. Nr. 29. P. 416–426; Lüdecke C. The monastery of Andechs as station in early meteorological observational networks // Meteorologische Zeitschrift. 1997. Nr. 6. S. 242–248.

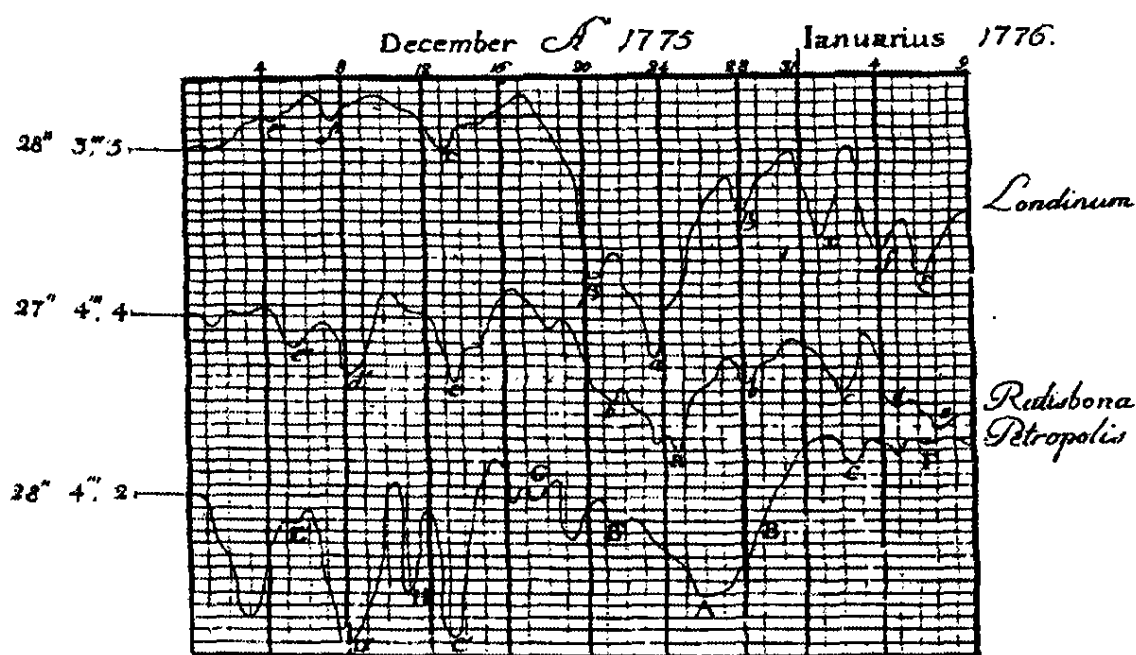


Рис. 4. Динамика изменения давления в декабре 1775 г. в Лондоне, Регенсбурге и Санкт-Петербурге по результатам измерений Societas Meteorologica Palatina (Источник: Lüdicke 1997).

в самой климатической системе, а лишь в способе сбора и обработки данных. Использование информации из Интернета лишь усугубляет эту проблему.

Ниже мы приводим некоторые примеры подобной «неоднородности» климатологических данных, отражающих несуществующие тенденции. Их появление связано не с изменением климатических условий, а с введением новых техник наблюдения и другими изменениями в окружающей среде.

В первом примере речь идет о наблюдении сильных ветров в Гамбурге. Результаты наблюдений представлены в виде средних значений за десять лет, обобщающих количество дней с силой ветра в 7 баллов и более в каждый год (рис. 5). Согласно графику, в период с 1951 по 1960 год частота сильных ветров резко сократилась: с 90 до 10 сильных ветров в год. Этот спад, однако, никак не связан с изменениями в климате, а объясняется изменением процедуры наблюдения, а точнее, перемещением пункта наблюдения из морской метеорологической службы в Санкт-Паули в аэропорт Фульсбюттель. Следует отметить, что эти наблюдения верны, но они явно не репрезентативны в отношении ветрового климата Гамбурга. Представленные на рисунке 5 данные в такой форме не

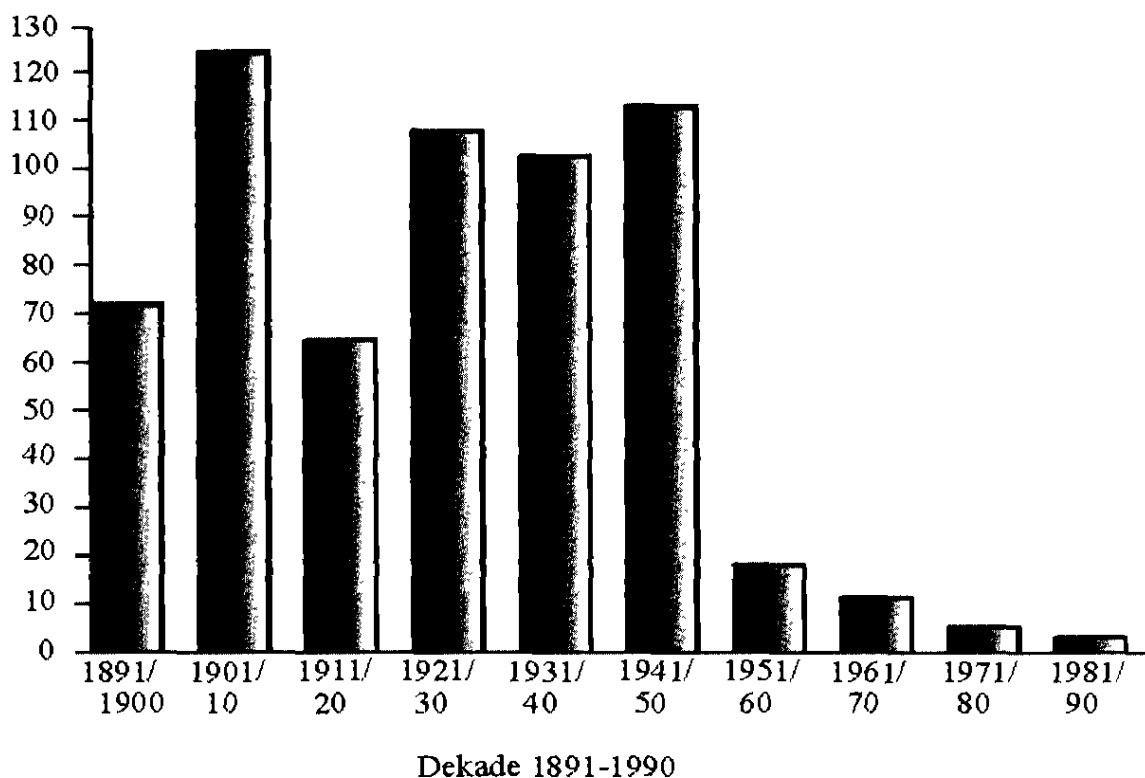


Рис. 5. Средний показатель годовой частоты сильного ветра (сила ветра более 7 баллов) в Гамбурге за 10 лет. Резкое снижение частоты в районе 1950 года вызвано сменой места проведения наблюдений, т. е. данные не репрезентативны для Гамбурга.

могут быть использованы для того, чтобы ответить на стандартные климатологические вопросы: «Насколько высок риск сильного ветра в Гамбурге?» или «Меняется ли частота сильного ветра в Гамбурге?»

Второй, похожий пример связан с наблюдениями торнадо в Соединенных Штатах Америки (см. рис. 6). До 1870 года сообщения о торнадо появлялись лишь время от времени и обычно носили характер занимательных историй. Лишь впоследствии служба связи американской армии начала систематический сбор сообщений о торнадо. Правда, в тот момент эти меры пришлись не ко времени с политической точки зрения, так как эти страшные природные явления могли отпугнуть переселенцев. По этой причине в конце 1880-х гг. наблюдалась тенденция занижать уровень опасности торнадо, но через несколько лет такой подход снова был откорректирован.

Третий пример — это так называемый «эффект города». Уже давно известно, что температура в городах выше, чем за пределами городской застройки. В городах воздух охлаждается медленнее, чем

### United States Killer Tornadoes (1800–2007)

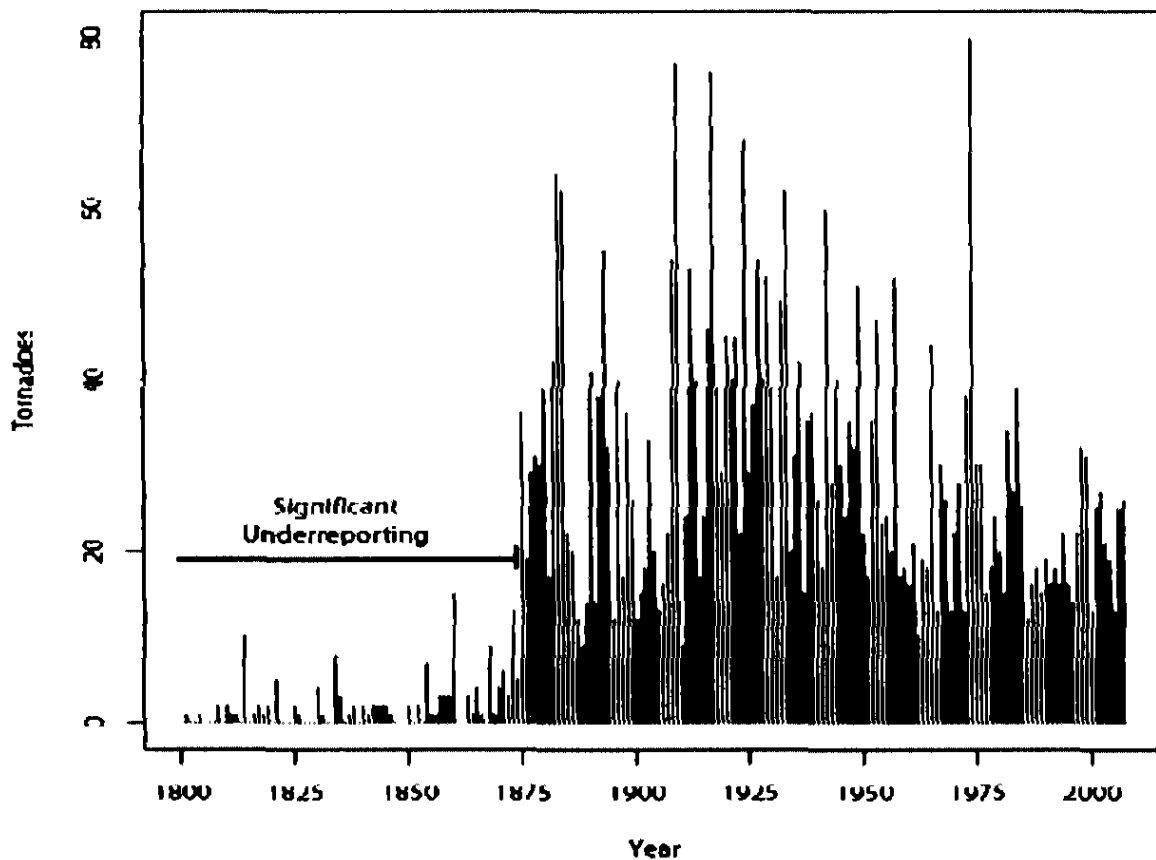


Рис 6. Частота зафиксированных в США торнадо.  
Источник: Harold Brooks

в сельской местности, так как в городе меньше участков с открытой почвой и, соответственно, меньше испарений<sup>1</sup>. В Центральной Европе эта разница может превышать 1 градус. Проследим данный эффект на рисунке 7, на котором отображены температурные ряды для двух соседних населенных пунктов в канадской провинции Квебек. Метеорологическая станция «Шербрук» фиксирует климатические условия постоянно растущего города Шербрука, тогда как станция «Шоиниган» отображает климат сельского региона вокруг местечка Шоиниган. В 1966 году станция «Шербрук» переместилась из центра города в расположенный за его пределами аэропорт. Очевидно, именно после этого произошло резкое изменение в измерениях, схожее с тем, которое мы наблюдали в связи с ветровым климатом Гамбурга: станция Шербрук перестала быть репрезентативной для территории города Шербрука и тем более для его

<sup>1</sup> См., например: Cotton W. R., Pielke R. A. Human Impacts on Weather and Climate. ASTeR Press, 1992. P. 288 и далее.

пригородов. В городе, за исключением резкого понижения температуры в 1966 году, мы видим постоянное потепление, в отличие от сельской метеостанции. Таким образом, метеостанция «Шербрук» тоже не пригодна для климатологических исследований, поскольку отражает климатические условия исключительно того места, где проводятся измерения. Их результаты не могут быть использованы ни для планирования сельскохозяйственных работ, ни для обоснованной оценки того, в какой мере актуальные колебания климата свидетельствуют о систематических изменениях климатических условий. Одним из следствий систематического потепления в черте города является то, что наблюдения за температурой на городских станциях не могут использоваться для определения средних значений для региона и тем более для всего земного шара. Поскольку ранние метеонаблюдения (самые первые из которых относятся к XVII веку, в частности, наблюдения в Болонье) проводились в основном в городах, климатология, реконструируя климатические колебания в прошлом, вынуждена отказываться от важного материала, что весьма досадно, так как оценить нынешнее потепление можно лишь сравнив его с прежними тенденциями потепления, обусловленными естественными процессами. Для этого необходимы данные, фиксирующие температурные ряды для максимально продолжительного периода в прошлом, когда еще не было повышенной концентрации парникового газа.

Наконец, последний пример отсылает нас к широко известному анализу ущерба от ураганов. Он содержится, в частности, в третьем докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Активисты, призывающие к принятию государственных мер по ограничению выброса парниковых газов, охотно используют его в качестве аргумента<sup>1</sup>.

На рисунке 8 показан ущерб, причиненный ураганами, имевшими место на протяжении всего побережья на территории США с 1900 года. Размер ущерба выражен в долларах, за базисный период взят 2005 год. На графике можно совершенно четко проследить увеличение размера ущерба, причем пик приходится на 2005 год, когда на Нью-Орлеан обрушился ураган Катрина. Этот пример мы

<sup>1</sup> Разбирая этот случай, мы не собираемся спорить о том, может ли повышенная концентрация парниковых газов в атмосфере, связанная главным образом с деятельностью человека, изменить климат. Мы также не оспариваем тот факт, что эти изменения могут нанести серьезный вред экологии и что необходимо сокращение выбросов парниковых газов. Мы лишь хотим показать, что использование этих конкретных аргументов в данном случае ошибочно.

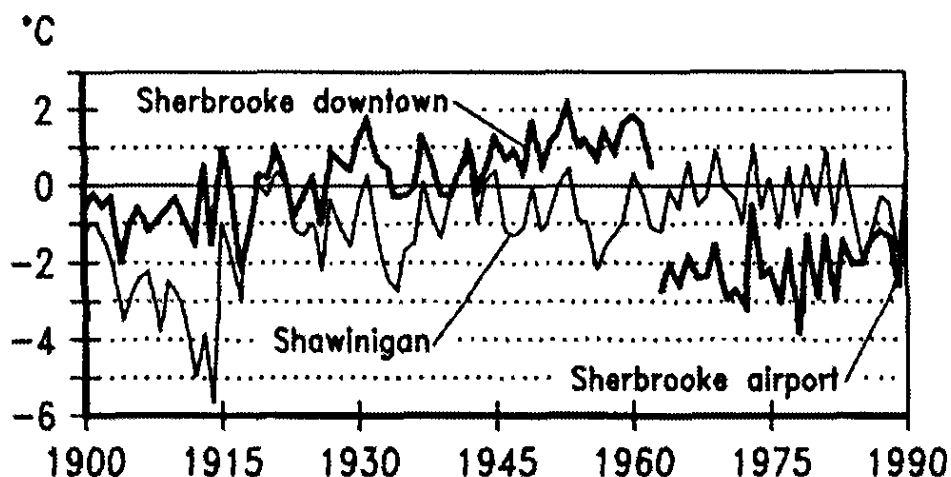


Рис. 7. Среднегодовые значения дневного минимума околосемных температур для двух соседних метеостанций в Шербруке и Шоунигане в канадской провинции Квебек. Шербрукская метеостанция до 1966 года находилась в центре города, а затем была перенесена за городскую черту, на территорию аэропорта. Станция в Шоунигане на протяжении всего рассматриваемого периода находилась в одном и том же месте в сельской местности.

Источник: Storch, Zwiers, 1998.

приводим для того, чтобы соотнести рост общей суммы ущерба с повышением температуры поверхностных вод в Мексиканском заливе, которое, к тому же, является одной из причин глобального потепления.

Цифры на рисунке 8 – это абсолютно точные цифры, полученные от страховых компаний. В этом случае интерпретация имеющихся данных затруднена по двум причинам. Первая, менее важная, связана с тем, что ураганная активность колеблется от десятилетия к десятилетию. Другая, более важная причина заключается в том, что использование прибрежных регионов, на которые обрушиваются ураганы, кардинально изменилось. В прибрежных регионах проживает гораздо больше людей. Это, в свою очередь, означает, что риску разрушения подвергается гораздо большее количество ценных объектов и владений. Если учесть этот факт при анализе и допустить, что динамика ураганов в США оставалась неизменной с 1900 года, но при этом в отношении ценности разрушаемого имущества на протяжении всего столетия сохранялась ситуация 2005 года, то мы приходим к совершенно иным результатам, как это можно видеть на рисунке 9.

На протяжении всего прошлого столетия наблюдались значительные колебания, и отдельные ураганы наносили огромный ущерб.

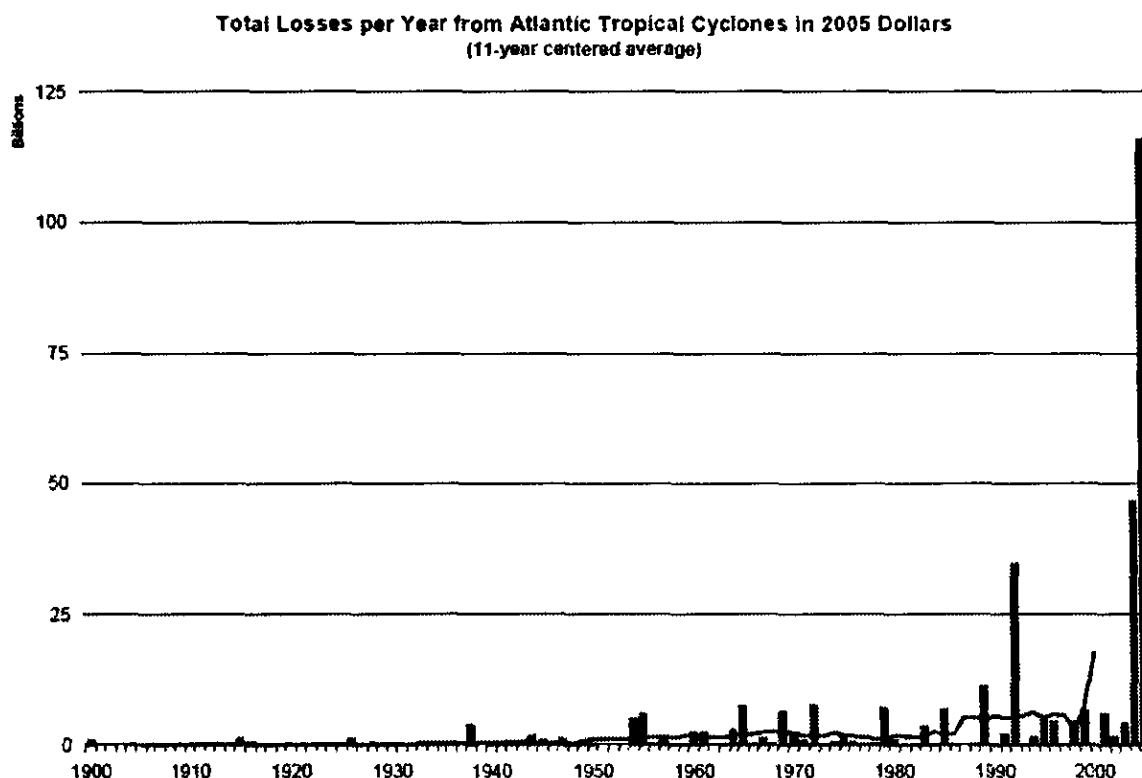


Рис. 8. Суммарный годовой ущерб от ураганов на побережье США в период с 1900 по 2005 год. Источник: Pielke et al., op. cit.

Самый большой однократный ущерб был нанесен, по-видимому, ураганом в Майами в 1926 году (тогда это был еще маленький тихий городок). Ураган Катрина стоил американцам 81 млрд долларов, в то время как ураган 1926 года мог бы причинить Майами ущерб приблизительно в 130 млрд долларов, если бы Майами тогда был таким крупным городом, каким он является сейчас.

Исходя из графиков 8 и 9, можно нарисовать две разные картины. Рисунок 8 сообщает нам о том, что ущерб от последнего урагана достиг беспрецедентного размера и что это изменение объясняется беспрецедентным уровнем ураганной активности. В этом случае в последующие годы и десятилетия можно было бы ожидать ее дальнейшего роста. Рисунок 9 говорит нам, с одной стороны, о том, что с 1992 года ураганы наносили значительный материальный ущерб, однако его масштабы сопоставимы с ущербом от предыдущих ураганов. С другой стороны, этот рисунок показывает нам, что данных за 50 лет недостаточно для того, чтобы оценить все возможные последствия.

Добиться временной репрезентативности сложно, так как на любой хронологической шкале наблюдаются колебания по всем



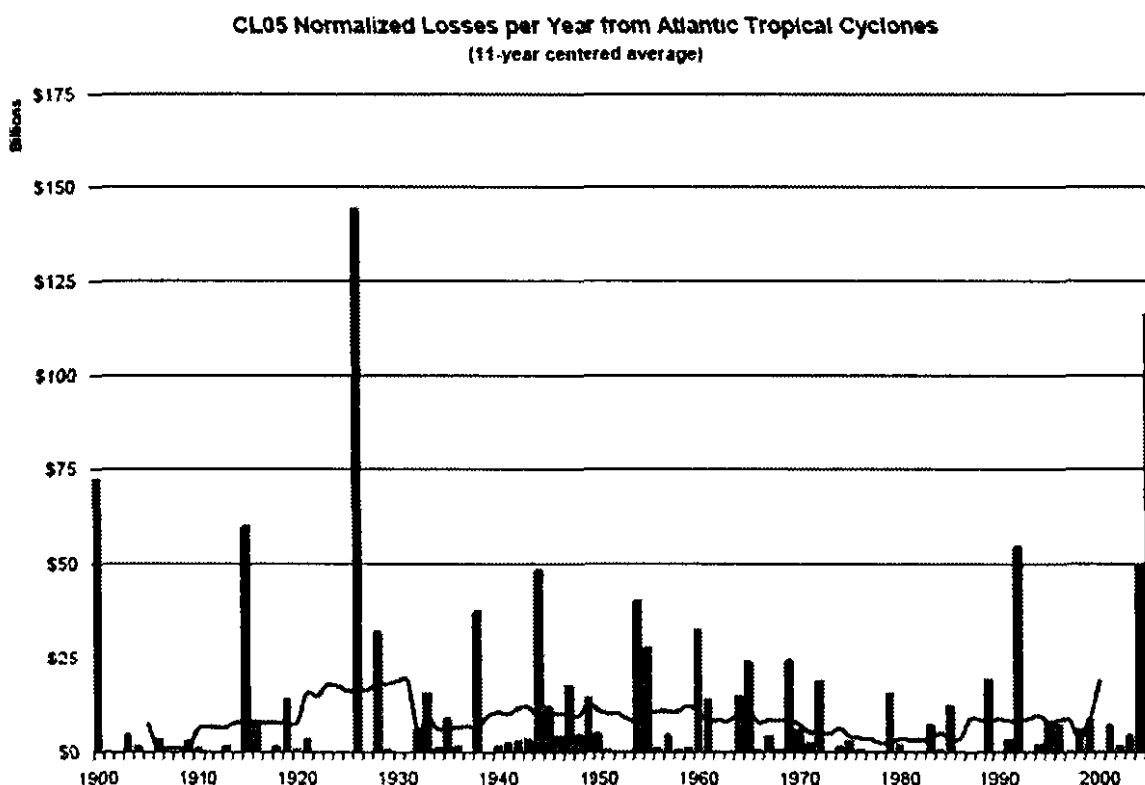


Рис. 9. То же, что и на рисунке 8, с тем лишь изменением, что в отношении численности населения, благосостояния и ценности владений жителей американского побережья взяты данные за 2005 год.

Источник: Pielke et al. [2005]<sup>1а</sup>.

основным климатическим переменным. Инструментарий с высоким временным разрешением показывает, что скорость ветра или температура меняются на шкале времени с секундным делением точно так же, как на шкалах с делением на недели, годы или десятилетия. Очевидно, необходимо определить такие числовые показатели, которые бы описывали, в каком интервале колебаний обычно варьируются изменения и с какой вероятностью встречаются крайние значения. Только на основании подобных измерений «нормальных» колебаний мы можем решить, действительно ли в данном случае речь идет об изменениях, вызванных человеческой деятельностью<sup>1</sup>.

В этой ситуации имеет смысл обратиться к статистической терминологии. Мы исходим из того, что климат действительно варьи-

<sup>1</sup> К этому тезису мы еще вернемся в разделе 4.4.

<sup>1а</sup> См. также: Pielke Jr., R. A. and C. W. Landsea, Gratz J., Collins D., Saunders M., Musulin R. Normalized Hurricane Damages in the United States: 1900–2005 // Natural Hazards Review 2008, Nr. 9. P. 29–42.

руется на всех временных шкалах<sup>1</sup>, но после аппроксимации эти колебания могут рассматриваться как случайные, если не принимать во внимание упомянутые выше регулярные годовые или дневные циклы. Если говорить точнее, мы рассматриваем отклонения от средних значений годового или суточного хода – так называемые «аномалии» – как случайные. Это допущение представляет собой математическую абстракцию, с помощью которой мы можем описать кажущуюся нерегулярность. В ходе погоды и климатическом режиме не бывает случайностей в строгом смысле этого слова<sup>2</sup>. Однако их динамика складывается из многих «нелинейных» процессов, которые могут порождать крайне изменчивые структуры. Наложение этих многочисленных «хаотичных» и «нехаотичных» процессов друг на друга получается настолько сложным, что становится невозможным в полной мере учесть отдельные процессы, и общий ход уже сложно отличить от статистических колебаний.

Теперь мы совершим небольшой экскурс в статистику.

Под случайным процессом мы будем понимать процесс, порождающий числовые ряды, значения которых соответствуют случайному распределению. Наиболее известным является гауссово распределение. Оно сообщает нам, с какой вероятностью переменная принимает то или иное возможное значение. Такие распределения можно описать при помощи нескольких характерных величин – среднего и среднеквадратического отклонения.

Среднее значение есть арифметическое среднее всех наблюдений, т. е. в большинстве случаев половина всех полученных в ходе

---

<sup>1</sup> Когда был изобретен гармонический анализ, разлагающий все ряды на периодические компоненты, предпринималось множество попыток зафиксировать и обособить периодические компоненты в погоде – подобно тому, как это делается в финансовых науках и других областях. Через несколько десятилетий выяснилось, что таким образом можно разбить даже абсолютно случайные ряды данных, но что добавление всего лишь одного дополнительного показателя нарушает все построение. И если в изучении действительно периодических явлений, например, приливов и отливов, эта концепция может быть очень полезной, в контексте климата эти допущения ведут к артефактам. Тем не менее, гармонический анализ широко распространен, особенно среди невежд.

<sup>2</sup> В принципе здесь не играет никакой роли, говорим ли мы о «подлинной» случайности в значении брошенного Господом богом жребия. Достаточно заметить, что множество нелинейных, зачастую хаотических процессов в климатической системе демонстрирует такие долговременные характеристики, что их сложно отличить от математической конструкции случайности. Следовательно, «случайность» – это удобный и эффективный инструмент, позволяющий вместить климатические колебания в одном понятии. См. также раздел 3.2.

наблюдений результатов ниже среднего, а другая половина — выше<sup>1</sup>. Годовой и суточный ход на рисунке 1 представляет собой как раз среднюю величину (рассчитанную для каждого календарного месяца / каждого часа в отдельности).

Среднеквадратическое отклонение или его квадрат (дисперсия) показывает меру разброса случайных величин. В двух третях всех случайных выборов мы попадаем в интервал «среднее значение  $\pm$  среднеквадратическое отклонение», а в одной трети случайных выборов мы получаем значения больше или меньше, чем «среднее значение  $\pm$  среднеквадратическое отклонение». Частота подобных существенных отклонений от среднего значения измеряется с помощью перцентилей. Перцентиль 90% больше, чем 90% всех наблюдений, перцентиль 10% меньше, чем 10% всех наблюдений. Если в нашем числовом ряду речь идет о максимальной скорости ветра в течение года, то перцентиль 99% описывает максимальную скорость ветра, которая была превышена в среднем один раз в сто лет.

Случайность не означает, что следующие друг за другом числовые показатели абсолютно не зависят друг от друга. Скорее, здесь — именно в климатологическом контексте — мы наблюдаем такую ситуацию, когда значение климатической переменной в какой-то момент времени частично определяется предшествующим моментом времени: «Завтра погода будет в сущности такой же, как сегодня». Отсюда следует, что значение переменной в последующий момент времени все еще будет частично детерминировано настоящим значением, однако чем дальше мы продвигаемся по шкале, тем меньше будет эта детерминированность. Так что значение, которое переменная примет через большой промежуток времени, не будет иметь ничего общего с нынешним значением. Отсутствие связи между ними можно понимать таким образом, что, случайным образом изменив последовательность ряда, мы никак не изменим характер этого ряда. Последовательную детерминацию можно понимать как память случайного процесса.

На практике мы не встретим ни распределений, ни памяти в этом смысле. Поэтому характерные величины приходится выводить из наблюдений. И тогда встает вопрос: сколько нужно провести наблюдений, чтобы полученные результаты имели смысл? Если мы будем наблюдать за температурой в течение двадцати лет и рассчитаем среднее значение для первых и последних десяти лет, то

---

<sup>1</sup> Строго говоря, это верно только тогда, когда мы имеем дело с симметричным распределением.

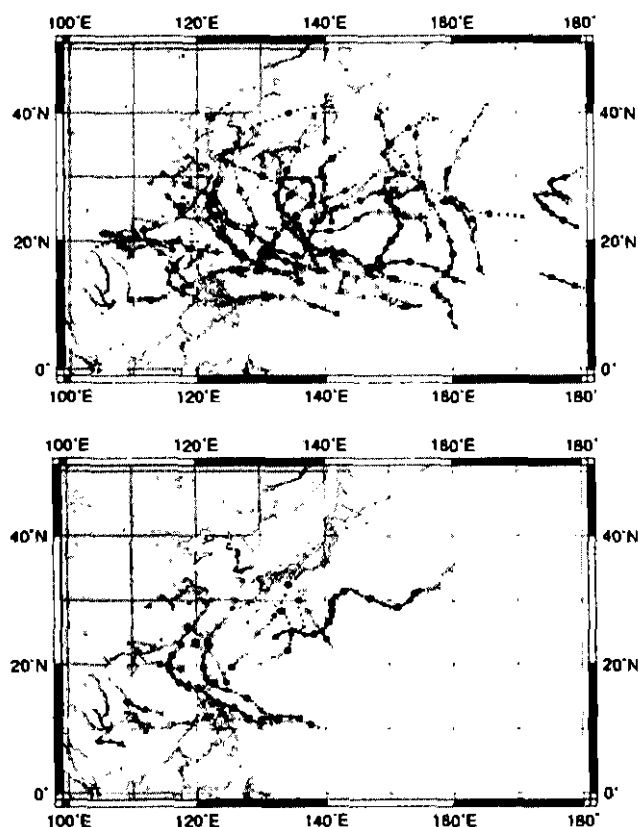


Рис. 10. Распределение тайфунов в Восточной Азии в 1994 (сравнительно большое количество тайфунов – 36) и в 1998 году (очень небольшое количество тайфунов – 16). Цвета отображают различную силу тайфунов. Источник: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon>.

эти средние значения будут различаться. Чтобы результаты были репрезентативными, разница не должна быть слишком большой.

Так как в отношении климатических условий нет точных или «очевидных» временных границ для определения статистических показателей, приходится полагаться на некие конвенции или стандарты, задающие эти границы. В метеорологии существует стандартный интервал в 30 лет. На Международной метеорологической конференции, проходившей в 1957 году в Вашингтоне, был подтвержден этот временный норматив, принятый еще в 1935 году на аналогичной научной конференции в Варшаве. За «климатический эталон» был взят период с 1931 по 1960 год (до этого –

с 1901 по 1930 год). Таким образом, наблюдения, результаты которых впоследствии усредняются, подчиняются четкому стандарту, обязательному для всех метеорологических служб. Нормой считается среднее значение именно за 30, а не за 20 или 15 лет. Впрочем, в научных климатологических исследованиях этот стандарт уже не играет никакой роли, с тех пор как стало ясно, что климат существенно варьируется и на шкале, охватывающей 30 лет и более.

Теперь мы можем рассчитать характерные величины для различных климатических переменных и различных мест наблюдения, а затем, перенеся соответствующие значения на соответствующие территории, представить ученым и широкой общественности информацию о климате в форме карт.

На рисунке 10 мы видим две карты, на которых показана траектория и интенсивность восточноазиатских тайфунов в 1993 (мак-

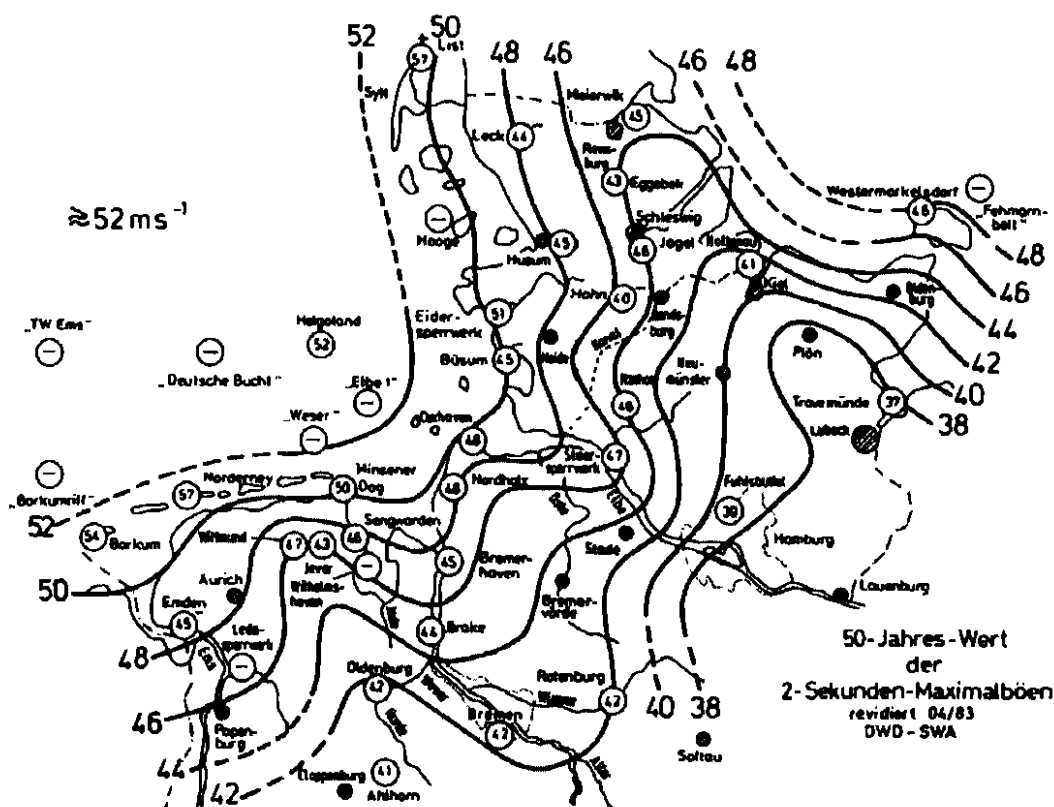


Рис. 11. Схема двухсекундных максимальных порывов ветра со средней частотой 1 раз в 50 лет (информация используется с любезного разрешения Германской метеорологической службы и лично господина Х. Шмидта)

симальное число тайфунов) и 1998 году (минимальное число тайфунов). Над северной частью Тихого океана образуются циклоны. Большинство из них затем движутся на запад, к азиатскому побережью. Очевидно, что количество тайфунов сильно варьируется в зависимости от года.

Вторая карта посвящена сильным ветрам в Северной Германии. На ней отображена максимальная скорость ветра (фиксируемая в течение не менее двух секунд), превышение которой фиксировалось не чаще одного раза в 50 лет (рисунок 11). Согласно этой карте, непосредственно на береговой линии можно ожидать скорости ветра 50 м/с, тогда как максимальная скорость ветра в глубине материка равна 38 м/с и достигается раз в 50 лет.

Эта информация в качестве данных о внешних детерминирующих факторах включается в исследования, экспертные оценки и заключения о социальных, экономических и политических процессах, относительно которых известно наверняка или предполагается, что они могут быть подвержены влиянию климатических условий. Это целый спектр вопросов (мы приведем для примера лишь несколько

ко), как правило, касающихся прикладных исследований антропоцентристского характера.

1) Возможные влияния климатических условий на жизнь отдельных людей, их самочувствие и здоровье. К этому аспекту мы еще вернемся.

2) Важное место в этом списке занимает предотвращение опасности, связанной с экстремальными метеорологическими явлениями. Типичный случай – опасность наводнений на морском побережье или на берегах рек. Статистические данные о количестве осадков и силе ветра – это главные показатели, позволяющие оценить или измерить уровень потенциальной опасности и на этом основании, например, рассчитать высоту дамбы. Оползание склона или сель тоже входят в группу климатически детерминированных опасностей, так как хотя они в целом и не поддаются прогнозированию (так же, как извержения вулкана), однако между их частотой и статистикой осадков прослеживается четкая связь.

3) Статистические данные о климате и особенно об экстремальных значениях его переменных крайне важны не только для человека и общества, но и для мира растений. Климатические ограничения возможностей сельского хозяйства зачастую определяются не столько средней температурой летом и зимой, сколько минимальным значением температуры или первыми и последними заморозками в данной местности. Если температура резко падает хотя бы однажды, то, как правило, потом уже для растений не так важно, будет ли это значение температуры повторяться через равные промежутки времени или, несмотря на данный экстремум, оставшийся период в сообщениях всех метеослужб будет фигурировать как «нормальный». (Во Флориде, например, решающими являются заморозки или их отсутствие, так как именно заморозки губят урожай цитрусовых). В других случаях температурные экстремумы в целом не имеют большого значения: так, например, время цветения подснежников зависит главным образом от средней температуры в январе и феврале.

4) Другой важной сферой применения статистической информации о климате является оценка актуальных процессов и явлений и возможность понять, объясняются ли они аномальными климатическими условиями или какими-то другими, не климатическими процессами. Сюда относится, например, вопрос о причинах цветения водорослей, которое могло быть вызвано эвтрофированием Северного моря, или о «гибели лесов».

Тщательный учет бесчисленного множества климатических наблюдений, которые на протяжении вот уже 100 лет ведутся на торговых судах и результаты которых в обобщенном и переработанном виде представлены в знаменитых базах данных, таких как COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set), также является источником важной рабочей информации для современных фундаментальных исследований климата. Здесь следует упомянуть исследования удаленного воздействия климатических аномалий, прежде всего в связи с феноменом Южного колебания – Эль-Ниньо (ENSO), описанным еще в конце XIX века шведским ученым Гильдебрандсоном. Другая масштабная климатическая аномалия – Североатлантическое колебание – представляет собой противоположные по фазе колебания атмосферного давления и температуры в северном Атлантическом океане. Если температура в Гренландии выше нормы, то в Северной Европе в это время температура, как правило, понижается, и наоборот. С этим связаны и колебания атмосферного давления: если на территории Исландии давление повышенное, то над Азорскими островами – пониженное, и наоборот. Этот механизм, безусловно, имеет большое значение для европейского климата. Впервые он был описан датским миссионером Гансом Эггеде (1668–1758) в книге «Dagbog holden i Grönland i Aarene» (1770–1778).

Количество и относительное значение климатических переменных менялись по мере развития научных исследований в этой области. Сегодня в центре внимания находятся уже другие переменные, и число их существенно возросло. Если раньше ученые в изучении климата опирались на сравнительно обособленные наблюдения отдельных переменных, то сегодня климатологи пытаются включить в интегрированный исследовательский подход как можно больше различных переменных, чтобы лучше понять климатическую систему в целом, т. е. учитывая все факторы – океаны, морские льды, биосферу и тому подобное.

В позапрошлом столетии границы климатических исследований в значительной степени зависели от технических возможностей установки измерительных метеорологических приборов. В 1920-х годах появилась возможность с помощью шаров-зондов, воздушных змеев, самолетов и радиозондов вести наблюдения на различной высоте. К слову, в процессе этих наблюдений в начале 1920-х годов была открыта стратосфера. Восхождения в горы и небезопасные полеты на воздушном шаре показали, что темпе-



ратура при подъеме на 100 м понижается где-то на 0,7 °С. На основании этого наблюдения Герман фон Гельмгольц (1821–1894) сделал вывод, что на высоте около 30 метров должен быть достигнут абсолютный ноль (–273 °С). Когда после первых измерений с помощью беспилотных воздушных шаров стало ясно, что после достижения 11-километровой высоты начинается зона постоянной температуры, многие метеорологи вначале усомнились в правильности измерений, но это была граница между тропосферой и стратосферой.

Лишь совершенно новые методы наблюдения привели к кардинальным переменам в климатологии, которая на протяжении вот уже нескольких десятилетий является не географической дисциплиной, а, скорее, физикой и химией окружающей среды. Неудивительно, что подобные тенденции вдохновили в первую очередь молодых метеорологов и что именно они, в свою очередь, способствовали смене парадигмы<sup>1</sup>. В следующем разделе мы рассмотрим концепцию климата в этой «новой» климатологии.

### 3.2. Климат как естественнонаучная система

Чтобы показать разницу между описательной климатологией, основанной на географической традиции, и новыми, физико-климатическими исследованиями, мы для начала, в качестве примера типично «физического подхода» в метеорологии, рассмотрим парниковую теорию шведского химика Сванте Аррениуса (1859–1927). Сегодня многие ученые считают Аррениуса первооткрывателем парникового эффекта. Как это всегда бывает в науке, споры о том, кто «действительно первым» открыл, сформулировал, изобрел и так далее, совершенно бессмысленны. В действительности в науке одновременно и независимо друг от друга совершаются открытия, которые затем могут стать причиной спора о первенстве. Если смотреть еще шире, то, как правило, всегда можно найти кого-то другого, кто высказывал схожие идеи прежде или, по крайней мере, двигался в том же направлении. Аррениус в создании своей парниковой теории тоже опирался на достижения великих предшественников. Одним из них был французский математик Жан Бап-

<sup>1</sup> История перехода от чисто дескриптивного подхода к динамичному мышлению интересно описана в книге: *Friedman R. M. Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the construction of a modern meteorology.* Cornell University Press, 1989. P. 251.



тист Жозеф Фурье (1768–1830). Но в конечном итоге современную теорию парникового эффекта разработал именно Аррениус, так что сегодня его первенство общепризнано. (Открытие и описание парникового эффекта Аррениусом отмечалось и обсуждалось в свете последних исследований в февральском номере журнала АМВЮ за 1997 год).

В конце XIX века физики и химики активно обсуждали вопрос о том, какие факторы влияют на температуру в приземных слоях атмосферы. Этот вопрос возник в связи с новым научным знанием о ледниковом периоде, господствовавшем на Земле много тысяч лет назад, и с пониманием того, что приземная температура, по-видимому, неоднократно и существенно менялась на протяжении истории Земли. Аррениус, получивший впоследствии Нобелевскую премию по химии за другие свои достижения, утверждал, что приземная температура, а, следовательно, и температура воздуха достигает в точности того значения, при котором длинноволновое излучение Земли равно коротковолновому солнечному излучению. Если они не равны, то температура понижается или повышается до тех, пока не будет достигнут этот баланс. Согласно закону Стефана-Больцмана, длинноволновое излучение пропорционально 4-й степени температуры.

Если бы между источником энергии – Солнцем – и ее получателем – Землей – был вакуум, то средняя температура атмосферы Земли была бы равна – 10 °С. Фактически это, разумеется, не так, потому что между Солнцем и поверхностью Земли есть атмосфера, в которой, помимо облаков, содержится водяной пар и другие «парниковые газы». Эти газы, в частности, углекислый газ или метан, «радиоактивны», т. е. их молекулы улавливают длинноволновое (тепловое) излучение и снова испускают его во все стороны, так что исходящая от земной поверхности энергия, которая в принципе должна была бы уйти непосредственно в Космос, частично улавливается и перенаправляется обратно в сторону Земли. Эти газы имеют подобное воздействие уже при очень низкой концентрации. Самый распространенный – наряду с водяным паром – парниковый газ  $\text{CO}_2$  составляет лишь 0,03% атмосферного воздуха.

Предположим, что только 40% излучения «проходит» в космос, а 60% энергии отражается и попадает обратно на Землю. Тогда на поверхность Земли попадет не только коротковолновое излучение, но и отраженное длинноволновое излучение. Если бы наша система изначально имела температуру – 10 °С, то она стала бы нагревать-

ся, так как происходило бы накопление энергии. Но потепление приводит к тому, что длинноволновое излучение становится более высокоэнергетичным, при том что в Космос по-прежнему уходят лишь 40%. Однако коль скоро интенсивность излучения возрастает пропорционально 4-й степени температуры, от земли в чистом виде будет отражаться больше энергии, чем до потепления. В конце концов, процесс потепления прекращается, когда достигающее Космоса излучение уравнивает излучение, достигающее поверхности Земли. Очевидно, что эта «конечная температура» намного выше, чем  $-10^{\circ}\text{C}$ , из которых мы исходили. Однако из-за того, что атмосфера не только отражает длинноволновое излучение, но и защищает приземный слой от коротковолнового излучения, поверхности Земли достигает не все солнечное излучение, а лишь небольшая его часть. Эта защита зависит от альбедо (отражательной способности)<sup>1</sup>, на которое, в свою очередь, влияют облака, морские льды, снежные покровы, пустыни и землепользование. Благодаря этому эффекту в конечном итоге мы получаем среднюю температуру атмосферы Земли около  $15^{\circ}\text{C}$ , что вполне соответствует действительности<sup>2</sup>.

Эта теория получила название «парниковой теории», что, однако, не совсем верно, так как температура в теплице нагревается по другим причинам, нежели температура наружного воздуха. В данной теории примечательно то, что она до сегодняшнего дня, т. е. на протяжении ста лет после первого опубликования, считается верной в том самом виде, в каком она была сформулирована изначально<sup>3</sup>. Сванте Аррениус показал, что изменения концентрации углекислого газа в атмосфере могли быть причиной наступления ледникового периода. Он был убежден в правильности найденного объяснения. И действительно, анализ ледяных кернов показал, что ледниковые периоды были связаны с существенными изменениями концентрации двуокиси углерода (ледяной керн «Восток»). Одна-

---

<sup>1</sup> Альбедо есть выраженное в процентах свойство поверхности, например, земли или моря, отражать коротковолновое излучение. Пустыни обладают высоким альбедо, снег – еще более высоким, тогда как у лесов показатель альбедо низкий. У поверхности, запорошенной свежеснеженным снегом, альбедо достигает 95%, тогда как поверхность моря может иметь альбедо менее 10%.

<sup>2</sup> На самом деле, это, конечно, упрощенное изложение, т. к. на общую картину влияют и другие процессы, например, конвективная теплопередача.

<sup>3</sup> Ср. Arrhenius S. A. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. Philosophical Magazine and Journal of Science. 1896. №. 41. P. 237–276. В оригинале – на немецком языке.

ко речь здесь не идет о прямой причинно-следственной связи, так как вполне возможно, что изменение концентрации углекислого газа было вызвано изменениями климатических условий. Высказывались и другие убедительные гипотезы, объясняющие периодичность ледниковых периодов. В этой связи следует упомянуть прежде всего циклы Миланковича — гипотезу, связывающую изменения климата с изменениями в земной орбите.

«Побочным продуктом» размышлений Аррениуса стала оценка того, как быстро будет увеличиваться температура воздуха, если человечество, сжигая ископаемое топливо, удвоит концентрацию диоксида углерода в атмосфере. Сванте Аррениус исходил из повышения температуры примерно на 3 °С, но при этом полагал, что увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  вдвое может наступить не ранее, чем через 1000 лет, так как 85% углекислого газа сосредоточено в океане. Для общественно-политических дискуссий этот сценарий развития событий не имел большого значения<sup>1</sup>. Этот уровень в 85% и сегодня считается верным, но только для равновесного состояния. За нынешними, невероятно возросшими показателями выброса «океан уже не поспевает», так что в атмосфере сосредотачивается большое количество углекислого газа, и сценарий увеличения его концентрации в атмосфере вдвое в ближайшие 30–70 лет представляется вполне реалистичным (см. отчеты МГЭИК за 1990, 1992 под редакцией Хьютон и коллег). Мы еще рассмотрим вопрос изменения климата под влиянием человеческой деятельности в четвертой главе.

Итак, мы видим, что эти климатологические изыскания не ограничиваются подробными измерениями и обработкой их результатов с целью сформулировать ценные рекомендации для планирования человеческой деятельности в различных областях. Здесь мы имеем дело с дедуктивными выводами из фундаментальных законов физики, в данном случае из первого закона термодинамики — закона сохранения энергии. Климат оказывается в центре интеллектуальной любознательности, и значение наблюдений сводится к «вери-

---

<sup>1</sup> См. также примечательный учебник: *Arrhenius S. A. Das Werden der Welten*. Leipzig, 1908. S. 208 и далее. В этой книге Аррениус четко и понятно описывает множество аспектов климатической системы, ошибаясь только в описании солнечных процессов из-за отсутствия знаний о ядерном происхождении солнечной энергии. Ему приходилось домысливать на основе неясных представлений о химических процессах. Этот случай мог бы стать уроком для современных исследователей, объяснительные модели которых тоже могут быть опровергнуты.

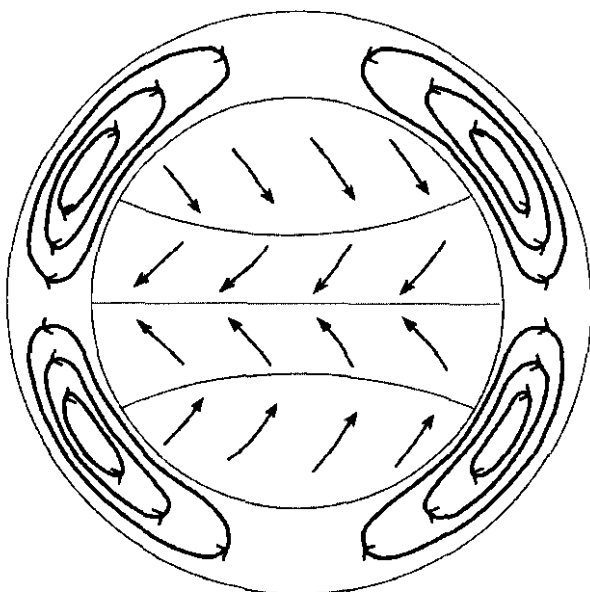


Рис. 12. Описание ячеистых структур циркуляции атмосферы, сделанное Джорджем Хэдли в XVII веке в условиях неполной информации. Ср. также с современной схемой на рисунке 14.

фикации» гипотез, теорий и моделей. Тем не менее, подобные научные методики, относящиеся скорее к области фундаментальных исследований, привели к открытиям, взбудоражившим международную политику. Понятие «парниковый газ» стало общеупотребительным и уже не нуждается в объяснениях, когда речь о нем идет, например, в телевизионных новостях. Следует отметить, что в данном случае именно наука обнаруживает проблему и формулирует ее именно как проблему для обсуждения и решения в политике и обществе. Глобальное изменение климата, парниковый

эффект и повышение температур не являются бытовой проблемой. Именно научные открытия и научные формулировки проблемы определяют в данном случае характер и масштаб политических мер. Подробнее об этом мы расскажем в четвертой главе.

Другие значимые работы, в которых предпринимается попытка объяснить всеобщую атмосферную циркуляцию (например, факт существования областей пассатов), принадлежат перу английского ученого Джорджа Хэдли (1685–1768). Несмотря на то, что ему были доступны лишь очень немногочисленные эмпирические данные, Хэдли верно сформулировал основные положения теории общей циркуляции воздуха (рисунок 12), в частности, пассатов, не имея возможности вывести из своей теории другие важные аспекты данного явления.

Философ Иммануил Кант (1724–1804) также внес свой вклад в изучение этого явления. Проанализировав результаты наблюдений мореплавателей за изменениями ветра в Юго-Восточной Азии, он пришел к выводу, что дальше на юге должен находиться еще один континент — на тот момент еще не открытая Австралия.

Очередной прорыв в области физической климатологии связан с именами таких исследователей, как норвежец Вильгельм Бьёркнес (1862–1951), который внес большой вклад в объяснение внутрен-

ней структуры штормов в средних широтах, швед Карл Густав Рос-сби (1898–1957), который выявил причины неустойчивости погоды в средних широтах, и, наконец, американец Джон Нойманн (1903–1957), который после второй мировой войны раньше других понял, какие возможности открывает электронная обработка данных перед метеорологией, и применил новые подходы на только появившихся в то время компьютерах. Это компьютерное моделирование с целью прогноза погоды легло в основу современных климатических моделей; важнейший вклад в развитие этой области внесли метеорологи и океанографы Сьюкуро Мэйнаби и Кирк Брайан из Геофизической лаборатории гидродинамики в Принстоне.

В современной климатологии климатическая система трактуется как взаимодействие или процесс взаимного влияния атмосферы, гидросферы, криосферы и биосферы и не ограничивается исключительно приземной атмосферой. На передний план выходят уже не описательные исследования, а прежде всего системно-аналитический подход. Краткое изложение современных подходов к климатической системе можно найти в работах Жуссом (Joussaume 1996), Филэндера (Philander 1998) и фон Шторха с соавторами (von Storch et al. 1999). Принцип действия здесь аналогичен принципу действия теплового двигателя, работающего благодаря разнице температур в камере сгорания и радиаторе. Применительно к атмосфере мы можем говорить о том, что «активным элементом» являются (тропические) камеры сгорания, тогда как в океанической системе поддержание (термической и галинной) циркуляции обеспечивается (субполярным) «радиатором».



Рис. 13. Норвежский метеоролог и создатель теории полярных фронтов Вильгельм Бьёркнес, портрет кисти Рольфа Гровена. Портрет выставлен на факультете геофизики Университета г. Бергена.

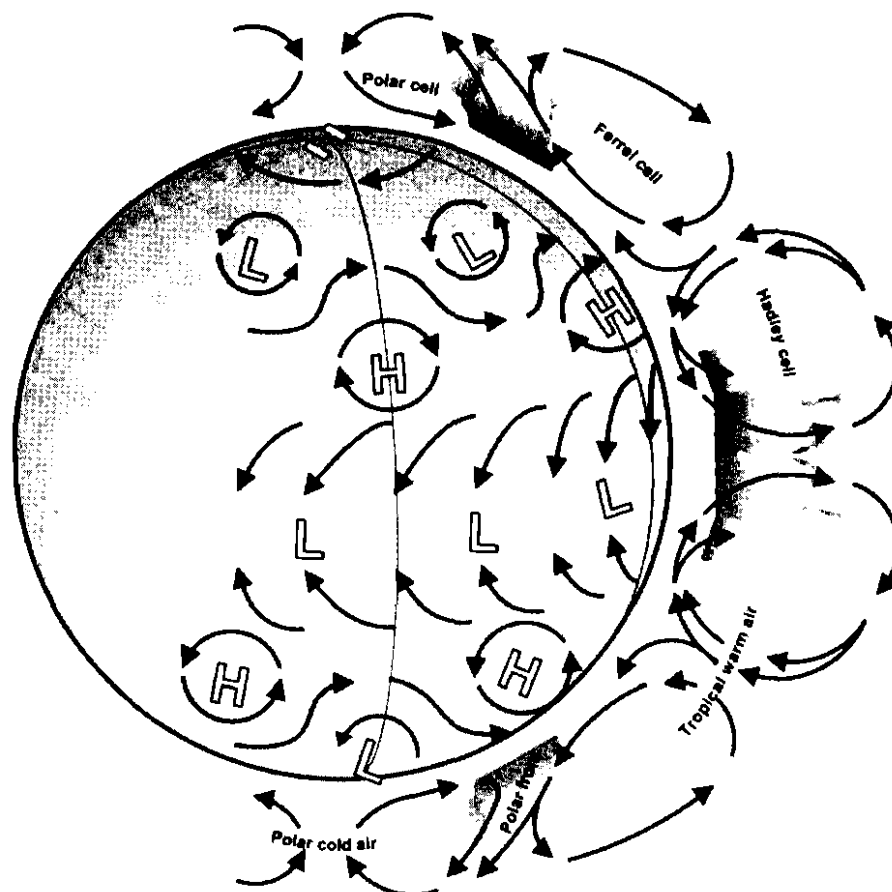


Рис. 14. Современная схема общей циркуляции атмосферы.  
 Источник: von Storch H., Güss S., Heimann M. Das Klimasystem und seine Modellierung. Eine Einführung. Springer Verlag, 1999. S. 255 и далее.

Современное понимание циркуляции атмосферы схематично представлено на рисунке 14.

Нагревание атмосферы происходит в первую очередь в тропиках за счет поступления солнечного тепла в виде коротковолнового излучения. Приземный воздух в тропиках сильно нагревается, вследствие чего стратификация атмосферы становится нестабильной. Воздух в низших слоях атмосферы становится легче воздуха более высоких слоев. Это приводит к интенсивному перемещению воздуха, усиливаемому наличием водяных испарений. Воздух, поднимающийся вверх, расширяется, остывает и уже не в состоянии удерживать пар в прежнем объеме. Часть паров конденсируется, и в результате снова высвобождается тепловая энергия, изначально задействованная в испарении воды. (В этом случае говорят также о «скрытой тепловой энергии», в отличие от «воспринимаемой тепловой энергии», связанной с температурой). Эта высвободившаяся энергия нагревает воздух, который опять становится легче своего

окружения и, следовательно, продолжает движение вверх. Если вы летите на самолете в тропической зоне, вы можете наблюдать этот процесс по гигантским нагромождениям облаков, которые нередко скапливаются даже выше уровня полета, т. е. выше 11–13.000 метров.

У верхней границы тропосферы (за которой начинается стратосфера, где господствуют совершенно иные условия, поскольку происходящие там процессы определяются химическими реакциями и высвобождающейся в результате энергией), т. е. на высоте 10–14.000 метров, поднимающийся вверх воздух направляется к полюсам и постепенно опускается в субтропиках. Завершается цикл движением приземных потоков воздуха в направлении экватора – пассатами. При этом установившиеся режимы ветра не всегда направлены точно на север (в южном полушарии) или точно на юг. Вследствие вращения Земли (под влиянием силы Кориолиса) эти течения воздуха принимают северо-западное или юго-западное направление.

В средних широтах образуются вторичные фронты. И главные, и вторичные фронты переносят не только тепло, но и импульсы, вследствие чего у верхней границы тропосферы образуется мощный западный поток – так называемое струйное течение, которое становится неустойчивым. Вместо постоянного вертикального вихря формируются горизонтальные, крайне непостоянные вихри до нескольких тысяч километров в диаметре. Это и есть наши постоянные спутники – ураганы. Эти вихри переносят тепло в сторону полюсов как в скрытой, так и в ощутимой для человека форме. По ходу движения от Земли исходит длинноволновое излучение в космос. В начале пути коротковолновое излучение сильнее, чем длинноволновое, но по мере продвижения в сторону того или иного полюса коротковолновое излучение уменьшается, и в результате мы получаем отрицательный энергетический баланс. Система теряет больше энергии, чем получает. Этот разрыв компенсируется переносом энергии ветрами (или океаническими течениями). Таким образом, возникновение ветров обусловлено разностью между получаемой и выделяемой атмосферной энергией («чистая прибыль» в тропических широтах; «чистый расход» в полярных широтах). Подобно тому, как приводится в действие кривошипно-шатунный механизм в паровозе, так и здесь движение ветра возникает за счет термического равновесия между паровым котлом и радиатором.

В целом циркуляция в Южном полушарии аналогична циркуляции в Северном полушарии, однако вследствие нахождения в

Северном полушарии больших континентальных массивов там наблюдается неравномерное потепление в направлении с запада на восток. Летом суша нагревается быстрее, чем океан, а зимой океан остывает медленнее. Это неравновесие проявляется в возникновении муссонов в тропических зонах, а также в устойчивых метеорологических различиях между восточной и западной частью Северного полушария. Кроме того, разделению климатической структуры на восточную и западную способствуют крупные горные массивы в Северном полушарии – Гималаи, Скалистые горы и горы Гренландии. Европейские горы, включая Альпы, имеют лишь региональное значение.

В Южном полушарии нет ярко выраженной асимметрии между востоком и западом. Здесь мы видим описанную выше структуру неустойчивых струйных течений с характерными для них штормами. Из-за того, что штормы в средних широтах Южного полушария ( $40^{\circ}$ – $50^{\circ}$  юж. широты) случаются круглый год, это пространство получило название «ревущие сороковые». Если мы посмотрим на усредненное по времени распределение давления на земную поверхность, то мы увидим там только концентрические, параллельные плоскости географических параллелей изобары. Однако если посмотреть на ежедневную синоптическую карту, то можно увидеть, что на протяжении суток течение отнюдь не равномерное. В умеренных широтах над Южным (Антарктическим) океаном почти всегда имеют место от четырех до семи штормов. Поскольку шторма происходят во всей зоне умеренных широт, усреднив эти данные по времени, мы получаем равномерное распределение по Южному полушарию.

Океаническая циркуляция приводится в действие двумя механизмами: ветром над поверхностью океана и понижением температуры в субполярных широтах вследствие охлаждения морской воды и образования морских льдов. Циркуляция течений в верхнем океане возникает главным образом под влиянием ветра, который также является причиной (мерзлотного) вспучивания земной поверхности на побережье, в частности, на западном побережье Южной и Северной Америки, а также Гольфстрима и его «двойника» в северной части Тихого океана у японских островов – Куроисио<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Физическое объяснение циркуляции океанических течений в удивительно доступной (в том числе и для неспециалистов) форме изложено в книге океанографа Генри Штоммеля: *Stommel H. A. View of the Sea: A Discussion between a Chief Engineer and an Oceanographer about the Machinery of the*



Циркуляция «глубинных вод океана», т. е. океанических течений на глубине нескольких тысяч метров, имеет «термо-галинную» природу, т. е. вызвана разной плотностью на разных уровнях. По сути это те же процессы, что и в атмосфере, только вместо нагревания снизу (в тропиках) происходит охлаждение сверху (на поверхности субполярных океанов). Это охлаждение утяжеляет воду («термический эффект»). Тот же эффект имеет образование морского льда, поскольку в нем не содержится морской соли, которая остается в жидкой воде. В результате в жидкой воде повышается концентрация соли, и она становится более тяжелой («галинный эффект»). Когда поверхностные воды утяжеляются, вертикальная стратификация становится неустойчивой, и начинается конвекция. Поверхностные воды переносятся в глубину. В современных климатических условиях этот процесс происходит в северной Атлантике и в Южном океане у границ Антарктики. На глубине в этом случае происходят компенсаторные перемещения от областей понижения, и в других регионах, например, в Тихом океане, уровень воды поднимается.

Термо-галинная циркуляция происходит намного медленнее, чем циркуляция под воздействием ветров. Для состояния океанической поверхности она не имеет большого значения, однако она определяет состояние глубинных вод океана, а, следовательно, в долгосрочной перспективе, также климат на его поверхности. На самом деле нынешнее холодное состояние глубинных слоев океана (вблизи океанического дна температура воды приближается к точке замерзания) отнюдь не единственно возможное. Как в 1907 году доказал американец Томас Кальм Чемберлен (1843–1928), в ранние периоды истории Земли глубинные воды океана были теплыми<sup>1</sup>. Для того чтобы океанические воды прошли полный цикл глобальной термо-галинной циркуляции, им требуется от одной до двух тысяч лет. Вода, которая сейчас находится у дна Атлантического океана, начала свой путь с поверхности на глубину во времена викингов. Медленное погружение воды на глубину океана можно очень хорошо проследить по перемещению радиоактивного углерода (C14).

---

Ocean Circulation. 1991. Штоммель облек свое объяснение в форму дискуссии между океанографом и корабельным инженером, плывущими на одном исследовательском судне.

<sup>1</sup> Ср., например: *van Andel T.* New views on an old planet. A history of global climate. Cambridge University Press, 1994. P. 439 и далее.

В климатических процессах океан — это не пассивный компонент, реагирующий на происходящее в атмосфере. Он сам тоже сильно влияет на атмосферу, определяя температуру в ее нижних слоях, а кроме того, являясь важнейшим источником водяных испарений. Вы только представьте: океан занимает 71% всей поверхности земли! Попадающий в атмосферу пар влияет на ее радиоактивность, а, следовательно, и на количество энергии, которую атмосфера получает от Солнца и которую она отражает в космос. Там, где водяные испарения конденсируются, т. е. превращаются обратно в воду, высвобождается термическая энергия. В этой связи применительно к пару говорят о скрытой энергии, так как сначала она никак не проявляется, а становится ощутимой только при переходе из газообразного состояния в жидкое. Конденсированный пар выпадает на землю в виде дождя или снега, проникает в почву и по рекам снова возвращается в море: круговорот замыкается.

Криосфера включает в себя ледниковые и снежные покровы Земли, которые в климатическом механизме выполняют две функции. Во-первых, они изолируют океан и поверхность земли от атмосферы, существенно ограничивая тепло- и влагообмен. Во-вторых, ледяные и снежные покровы имеют гораздо более высокий альбедо, чем другие поверхности — океан, пустыня или области с растительным покровом. Альбедо — это относительная доля отражаемого солнечного излучения. У свежевыпавшего снега альбедо достигает 95%, тогда как на морской поверхности этот показатель может не доходить до 10%.

Итак, атмосфера Земли — то, что в обыденной речи мы называем воздухом — не является изолированной физической системой, а состоит в разнообразных причинно-следственных связях с другими сферами Земли.

Как мы уже упоминали, динамика климата порождает отклонения в любых временных шкалах. Динамический механизм этого процесса отличается от других явлений. Если абстрагироваться от уже упомянутых внешних циклов суточного и годового хода, то окажется, что эта изменчивость в значительной степени обусловлена внутренними процессами. Ключевыми словами здесь являются «нелинейность», которая может мгновенно превратить ничтожно малое нарушение в большое последствие, и «бесконечное множество взаимосвязанных факторов». Первое явление известно как «эффект бабочки»: взмах крыльев бабочки можно кардинальным образом изменить ход развития системы. Второй эффект можно наглядно

представить в виде существования несчетного множества бабочек, которые беспрерывно взмахивают крыльями, так что результат их действий невозможно отличить от случайного процесса. Динамика климатической системы трансформирует эту кажущуюся случайность в упорядоченную крупномасштабную структуру вариаций.

К обусловленным внешними причинами колебаниям в климатической системе относятся океанические и атмосферные приливы и отливы, а также колебания солнечного излучения, изменения оптических характеристик стратосферы вследствие извержения вулканов, изменения параметров земной орбиты, положение и топография континентов. Влияние приливов проявляется очень быстро, воздействие вулканов ограничивается одним-двумя годами. Масштаб воздействия солнечной активности пока до конца не изучен. Два других процесса охватывают период от нескольких тысяч до нескольких миллионов лет.

В завершение мы хотели бы указать на взаимосвязь глобального и регионального или локального климата<sup>1</sup>. В классической географической традиции знания о глобальном климате выводятся из знаний о совокупности региональных климатов. Однако с естественнонаучной точки зрения это отождествление неверно. Как мы видели, различные режимы излучения в высоких и низких широтах определяют общую структуру атмосферной (и океанической) циркуляции, включая тропические ячейки Хэдли, зоны западных ветров и штормовые зоны в средних широтах, где климатические процессы трансформируются под воздействием больших горных массивов и общего соотношения моря и суши. Чтобы показать, что в реальности значения имеют только действительно самые крупные структуры, заметим, что, например, исчезновение австралийского континента не привело бы к изменению глобального климата – по крайней мере, в математической модели, но, разумеется, повлияло бы на климат Австралии. Эта глобальная структура и есть «глобальный» климат, который практически не зависит от региональных данностей. Региональный климат, в свою очередь, можно трактовать как глобальный климат, видоизмененный под воздействием региональных условий, т. е. специфического типа земной поверхности (пустыня, тропический лес, степь), региональных горных массивов (Альпы), морей (Средиземное море) и крупных озер (Каспийское море). Ло-

---

<sup>1</sup> См. также: *von Storch H. The global and regional climate system // von Storch H., Flöser G. Anthropogenic Climate Change. Springer Verlag, 1999. P. 3–36.*

кальные климаты формируются на основе регионального климата в результате адаптации к местным (локальным) особенностям, таким как крупные города, небольшие озера (Боденское озеро) или горы (Гарц). Правильность такой «каскадной трактовки» климата подтверждена успешностью климатических моделей (см. также: von Storch et al., 1999). Такие модели всегда «дискретизируют» процессы, располагая их на конечной координатной сетке, а не в виде континуума, как это имеет место в реальности. Это означает, что можно отобразить только те процессы, которые на пространственной (или временной) шкале по масштабу больше, чем заданное дискретизацией минимальное значение. Поэтому в таких моделях не отображены локальные климаты, из которых можно было бы вывести картину регионального климата, и региональные климаты, как правило, тоже не представлены в полном объеме. Но, несмотря на это, данные модели успешно описывают глобальный климат. Практика показывает, что в прежних моделях структуры, величина которых варьировалась в районе нескольких тысяч километров, были отображены правильно. Развитие компьютерных технологий сегодня позволяет снизить порядок моделируемых величин до нескольких сотен километров. Если бы классическое отождествление глобального климата с совокупностью региональных климатов было верным, то все попытки успешно симулировать глобальный климат при помощи климатических моделей были бы обречены на неудачу.

И, наконец, мы хотели бы кратко рассказать о естественнонаучном понимании метеорологических событий, которые играют решающую роль в повседневной жизни, т. е. поговорить о погоде.

Типичное пространственное отображение актуального состояния атмосферы — это метеорологическая карта. На таких картах обычно отмечены важнейшие переменные погоды: атмосферное давление, направление и сила ветра и температура. На них можно изобразить большие циклоны и антициклоны, простирающиеся на несколько тысяч километров. В крупномасштабные структуры включены более мелкие, такие как области дождей. Изменение отображенных на такой карте метеоусловий, в первую очередь образование, перемещение и стабилизация циклонов и антициклонов, кардинально отличается от определяемых внешними факторами суточных и годовых циклов. У метеоусловий нет четкой продолжительности цикла. Также невозможно выделить внешние факторы влияния, так что можно считать, что их возникновение обуслов-

лено внутренними причинами. Причина переменчивости погоды в Европе заключается в динамике неустойчивого полярного фронта. Нормальная погода – это совершенно необычная ситуация. Вероятность наступления среднестатистической погоды очень мала. Средние величины маскируют высокую вариативность погодных явлений. Капризы погоды – это совершенно обычное явление. При отображении метеоусловий необходимо всегда помнить о взаимозависимости отдельных явлений. Антициклон образуется вследствие температурного градиента и его окружения, точно так же как сам температурный градиент обусловлен перепадами давления.

Господствующие в наших широтах циклоны и антициклоны можно предсказать на основании их собственной динамики только на период приблизительного цикла их существования, т. е. на несколько дней. Сложность прогнозирования растет вместе с нестабильностью макросиноптической ситуации, т. е. прежде всего там, где велико влияние полярного фронта. Для предсказания меньших образований, таких как дождевые или грозовые области, действует тот же принцип: прогноз возможен только на период их жизненного цикла.

Так что ненадежность погоды совершенно не противоречит вере в нормальное протекание климатических процессов в той или иной точке земного шара.

### **3.3 Климат как социальный конструкт**

Климат и погода с давних пор играют важную роль в жизни человека. Об этом свидетельствует не только тот факт, что разговоры о погоде занимают огромное место в нашей повседневной жизни, что в нашем плохом самочувствии мы виним погоду или климат, что ни одно современное средство массовой информации не желает отказываться от регулярных сообщений о метеоусловиях, но и то, что изучение климата и особенно его влияния на человека и общество всегда привлекало к себе внимание науки и общественности. Размышления о влиянии климата на самочувствие и психику человека являются достоянием многих культур. Это одна из тех тем, которые легко преодолевают социальные границы.

Так, например, известный врач и антрополог Рудольф Вирхов (1821–1902), выступая более ста лет назад перед собранием ученых-натуралистов, обратил их внимание на проблему акклима-

тизации. При этом он исходил из того, что влияние климата на человека — очевидное для всех явление:

«Известно, что человек, покидая родину и приезжая в другую страну, в самом начале может даже почувствовать некоторую свежесть и прилив сил. Однако через какое-то время, обычно уже через несколько дней, он начинает чувствовать себя не очень хорошо, и ему могут понадобиться дни, недели, а в некоторых обстоятельствах даже месяцы для того, чтобы снова прийти в норму». Далее Вирхов замечает: «Это настолько всем и каждому известно, что мы исходим из того, что любой, кто едет в другую страну и обладает минимальной рассудительностью, принимает меры предосторожности для того, чтобы облегчить себе этот период [адаптации]».

Вирхов идет еще дальше и заявляет, что человеческие органы в период акклиматизации изменяются фактически, и это, как он утверждает, не просто внешние, поверхностные перемены. По Вирхову, процесс адаптации может вылиться в климатическую болезнь. Отсюда делается вывод, что органические изменения могут передаваться по наследству, так что и потомство будет обречено на перманентную акклиматизацию.

В отдельные исторические периоды вопросы о развитии климата и его влиянии на человека, общество или целые исторические эпохи, на формы государственности, симптомы болезни, истину, мораль и так далее оказывались в центре внимания ученых. О научных изысканиях в этой области и об их отголосках в наше время мы более подробно поговорим в одном из следующих разделов.

Об этом же пишут и Астрид Е. Дж. Огливи и Гисли Палсс: «Указания на магические ритуалы, вызывающие плохую или хорошую погоду, можно найти в самых разных текстах — начиная с Гомера и заканчивая Шекспиром. Очевидно, мечты о возможности контролировать погоду глубоко укоренены в человеческой природе. В этой связи неудивительно, что в тех регионах, где погода изменчива, часто бывают бури и идут дожди, попытки установить контроль над погодой с помощью магии получают статус высокого искусства»<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> В Скандинавии моряки и рыбаки пытаются задобрить мифических персонажей в надежде, что те пошлют им попутный ветер. Также распространены ритуалы и заклинания для воздействия на погоду. См. *Kvideland R., Sehmsdorf H. K. (Eds.) Scandinavian Folk Belief and Legend*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2002.

Обыденные и более систематизированные представления о погоде и климате в период господства религиозной картины мира были тесно связаны с религиозными и астрологическими воззрениями. В эпоху античности ответственными за погоду считались греческие и римские боги. Аналогичные верования имелись и у других народов. Служители культа выполняли посредническую роль. Боги могли дать им информацию о том, какая ожидается погода. Впрочем, функция священнослужителей не ограничивалась лишь передачей прогноза погоды. Ритуалы и разного рода символические действия должны были повлиять на богов и вызвать наступление определенных метеоусловий.

В средние века внимание людей переключилось на злых духов, которые, как считалось, отвечали за погоду и чрезвычайные метеоусловия. Погодные ведьмы сжигались на кострах. Экстремальные погодные явления — наводнения, засуха, град — и их косвенные последствия, такие как нашествие мышей, чума, падеж скота, неурожай, были довольно частыми в эпоху Средневековья и воспринимались как возвращение библейских бедствий или даже как знамение конца света. В любом случае эти события и их социальные и экономические последствия, например, нехватка или подорожание продовольствия, трактовались не как случайные происшествия, а как кара божья за греховное поведение людей. Самые страшные грехи совершали ведьмы, за что их жестоко преследовали. Злодеяния, которые приписывались ведьмам — неверие в Бога, распутное поведение и жестокость, беспощадно наказывались. Во многих городах и деревнях Европы сжигали женщин, обвиненных в колдовстве.

Существует и обратная тенденция, а именно влияние климатических условий на формирование религиозных верований. Например, французский философ Вольтер (1694–1778) был убежден, что монотеизм зародился в пустыне. Попытки установить связь между различиями и особенностями религиозных мировоззрений, с одной стороны, и климатом, с другой, не имели успеха в современной науке и на сегодняшний день полностью прекратились.

Жители Вавилонии и Египта пытались предсказать погоду на основании астрономических констелляций. Греческие философы переняли их искусство. Метеорологические пророчества по астрономическим данным были распространены и в классической Римской империи, и в средние века. Астрологический подход основывается на геоцентрической картине мира. Все, что находится за пределами Земли, связано с ней и существует только ради нее. Так,



например, считалось, что семь известных на тот момент планет управляют погодой на Земле. Считалось, что Сатурн – глава всех планет – противостоит земной природе; он был повинен в холодной и влажной погоде. Меркурий считался холодным и сухим, тогда как Солнце отвечало, естественно, за тепло и насылало на Землю не слишком жаркую, сухую погоду.

Каждый день недели, как и каждый год, находился под покровительством одной из семи планет. Поэтому было сравнительно легко предсказать, какие погодные условия будут доминировать в том или ином году: нужно было всего лишь разделить число, обозначающее год, на семь. Если мы поделим 1996 на семь, то в остатке получим 1, т. е. погода в этом году определяется первой планетой – Солнцем. Поэтому 1996 год должен был быть теплым и сухим. 1997-й год находился под влиянием Венеры и поэтому должен был быть скорее влажным, чем сухим.

Конечно, астрология не исчезла. Она продолжает существовать и для некоторых и по сей день служит основанием для прогнозов погоды. Ее чарам поддался и Иоганн Кеплер (1571–1630): «Астрология – глупенькая дочка астрономии; но она кормит свою мать». Столетний календарь, сочетающий метеорологические наблюдения с советами по сельскому хозяйству, впервые был издан в 1700 году в Эрфурте. Сегодня он тоже хорошо продается и пользуется широким спросом в качестве инструмента предсказания погоды, хотя в этом отношении от него, конечно, нет никакого проку.

### **3.4. Общество и человек как климатический конструкт**

Дискуссия о влиянии климата на человека и общество началась с размышлений греческих и римских философов, в первую очередь Гиппократ, Платона и Аристотеля, и продолжилась наблюдениями за климатом в средние века и в эпоху Возрождения.

Среди классических работ особую роль играют труды древнегреческого врача Гиппократ с острова Кос (ок. 460 – ок. 377 г. до н. э.). Это отчасти объясняется тем, что его учение вновь возродилось и имело влияние в средние века, в эпоху Ренессанса и Просвещения<sup>1</sup>. Дошедшая до нас книга «Воздух, вода и местности», в

<sup>1</sup> В период французской революции врачи почитали Гиппократ и использовали его идеи для пропаганды светской утопии. Философски настроенные доктора считали себя духовными учениками Вольтера и других философов Просвещения (ср.: *Lawrence Ch. The art of medicine. Hippocrates, society, and utopia // Lancet. 2008. Nr. 371. P. 198–199.*



которой Гиппократ пишет о влиянии климата, воды и особенностей почвы на психическую и физическую конституцию жителей страны, является одним из первых систематических исследований на тему воздействия климата на человека. Гиппократ хотел показать, как, зная о различиях климата, можно объяснить привычки и особенности характера людей в разных местностях. Для Гиппократа явленная в климате природа есть мера и основной принцип диагностики здоровья и болезни. Жить в согласии с природой значит жить в соответствии со своей истинной сущностью.

Несколько столетий спустя это представление нашло отражение в работах французского просветителя Шарля Луи де Монтескье (1689–1755). Конечно, основная заслуга французского философа Монтескье связана с опубликованной в 1748 году теорией разделения властей. Тем не менее, значительная часть предшествовавших этой теории рассуждений Монтескье была направлена на то, чтобы показать, что невозможно назвать какую-то одну лучшую форму государственного правления, но что институты и правовая система в государстве должны гармонизировать с существующими природными условиями и «природой» человека. Монтескье приходит к выводу, что наблюдаемое этническое разнообразие и различия в характерах людей связаны с различиями в климатических условиях. Зависимость черт характера от климата является для Монтескье основным объяснением различных социальных и культурных явлений, будь то институты, структура семьи или философские системы. Согласно его учению, люди в холодных климатических зонах более активны в познавательной и физической деятельности, чем жители теплых областей.

Комментарии и выводы Монтескье свидетельствуют, помимо всего прочего, об особой значимости данной темы для той эпохи. Еще до того как Монтескье обратился к вопросам влияния климата, многие академии наук неоднократно объявляли различные конкурсы работ, пытаясь приблизиться к «истине». Так, например, в 1743 году предлагалось написать конкурсную работу на тему «Влияет ли на нрав людей климат, в котором они родились?».

Иоганн Готфрид Гердер (1744–1803) в своей главной книге «Идеи к философии истории человечества» в главе «Что такое климат, и какое влияние он имеет на строение души и тела человека?» подробно рассматривает тему климата, хотя при этом он гораздо более скептически настроен, нежели Монтескье. В самом начале своего трактата он подчеркивает, что наши физические

знания о климате «сложны и обманчивы». Неоправданно смелыми представляются Гердеру попытки распространить выводы из этих ненадежных знаний о климате на «целые народы и географические области, на тончайшие движения человеческого духа и случайные общественные устройства». Выводы, подобные тем, что встречаются в работах Монтескье, неизменно опровергаются противоположными историческими примерами. Тем не менее, невзирая на все эти оговорки, Гердер утверждает, что «мы — послушная глина в руках климата; но под его пальцами возникают такие разные фигуры, а противодействующие ему законы столь многообразны, что, наверное, только величайший гений рода человеческого способен привести к общему знаменателю взаимодействие всех этих сил».

Именно это было и остается ошибкой тех ученых, которые приписывают климату решающую, детерминистскую функцию в формировании человека и общества. Другими словами, если вновь обратиться к Гердеру, на неудачу обречено любое, даже самое благое намерение «упорядочить хаос причин и следствий».

Изложение взаимосвязей между климатом и человеком на языке медицины также имеет долгую традицию. Еще Гиппократ видел источник болезней в окружающей среде, и позднее это представление, равно как и античный климатический детерминизм, было воспринято наукой и развивалось с невероятным рвением и благоговением. В средние века и в более поздние эпохи выявление якобы серьезных, вредных влияний окружающей среды было весьма распространено.

В учебнике «Морской воздух. Основы метеорологии и климатологии»<sup>1</sup>, написанном в 1891 году Фридрихом Умлауффом (1844–1923), мы читаем уже без всяких оговорок: «Что уж говорить о человеке! Коль скоро... Земля не просто предоставляет место проживания для рода человеческого, но и формирует его, мы должны соотносить расовые, национальные и культурные различия прежде всего с разными климатическими условиями. Ведь как по-разному природа — главным образом через климат — обходится с людьми: одним она дает в избытке все, что только имеет, склоняя тем самым к ленивой беззаботности, других подвергает тяжелым испытаниям

---

<sup>1</sup> *Umlauff F. Das Luftmeer. Die Grundzüge der Meteorologie und Klimatologie nach den neuesten Forschungen gemeinfasslich dargestellt. Wien, Pest, Leipzig: Hartlebenis Verlag, 1891.*

и лишениям, тем самым побуждая их к полному раскрытию физических и духовных сил... Даже литература того или иного народа таинственным образом связана с метеорологическими элементами той части Земного шара, в которой проживает данный народ. То же самое можно сказать и в отношении философских учений. Таким образом, вся человеческая культура связана с условиями и процессами атмосферной циркуляции. Как справедливо отмечает Пешель, тем, что Северная Европа стала очагом духовной культуры, она обязана дождям, идущим там круглый год, точно так же как возникновением высокой цивилизации в прежние века Китай обязан дождям в летний период»<sup>1</sup>.

Американский географ, профессор Йельского университета Хантингтон (1876–1947) также принадлежит к когорте ученых<sup>2</sup>, посвятивших себя изучению вопросов влияния климата на человека и общество. Его главный и представляющий для нас особый интерес труд «Цивилизация и климат» вышел в свет в 1915 году. Известность Хантингтону принес тезис о том, что климат необходимо рассматривать как каузальный фактор, действовавший на протяжении всей истории человечества. В системе «географического распределения человеческого прогресса», как это называет Хантингтон, наличие тех или иных климатических условий, наряду с «расовой принадлежностью» и «культурным развитием», является одним из важнейших условий развития цивилизации. Становление и падение цивилизаций неотделимы от климатических условий. Таким образом, для Хантингтона климат — одна из самых важных предпосылок развития цивилизации и культуры.

Оптимальные климатические условия, т. е. определенная комбинация температуры и степени ее переменчивости, обуславливают, согласно Хантингтону, экономические показатели в обществе и здоровье его граждан. Любое отклонение от климатического оптимума приводит к ухудшению самочувствия и производительности. Изменение климата, подчеркивает Хантингтон, неизбежно ведет к изменению психической и когнитивной деятельности и самочувствия людей. Одновременно с этим Хантингтон, как и многие его единомышленники, стремится выразить влияние климата на социальное действие в количественных показателях: с одной стороны, чтобы опровергнуть аргументы противников, с другой стороны, что-

<sup>1</sup> Описания дождей соответствуют действительности (ср. рисунки 2 и 3).

<sup>2</sup> См. его биографию в: *Martin G. J. Ellsworth Huntington. His Life and Thought.* The Shoe String Press Inc., Hamden, 1973. P. 315 и далее.

бы приспособить свои тезисы к научному духу времени. И хотя Элсворт Хантингтон не ссылается напрямую на Георга Вильгельма Гегеля, складывается такое впечатление, что он пытается квантифицировать тезис немецкого философа о тесной взаимосвязи культурного развития и его климатических границах и подвергнуть этот тезис строгой «научной» проверке.

Содержание работ современников Хантингтона, занимавшихся проблемами климата, сложно привести к общему знаменателю. Их объединяет разве что общее для всех стремление объяснить хаотическое разнообразие физических, психологических и социальных явлений господствующим климатом. Список климатических переменных и их предполагаемых влияний мог быть каким угодно и ограничивался исключительно силой воображения того или иного мыслителя. Он мог включать в себя традиционные параметры, такие как температура, влажность воздуха и перемещение воздушных масс, но мог содержать и более экзотические показатели вроде магнитных бурь, содержания озона в атмосфере, пятен на Солнце и лунных фаз. Список климатических влияний включает в себя, в частности, продолжительность жизни, уровень преступности, распад Римской империи, туберкулез, умственные способности, число работающих, показатель самоубийств и браков, экономические кризисы, количество «серьезных» книг, выданных в публичных библиотеках, политические революции, религиозные войны, аресты, беспорядки или курсы акций (см. также Stehr, von Storch 1998).

Бесконечное множество предполагаемых влияний климата свидетельствует о том, что у Хантингтона и его коллег не было единой непротиворечивой теории, с помощью которой можно было бы сократить, упорядочить или систематизировать ничем не ограниченное разнообразие системных или каузальных взаимосвязей. В принципе до сих пор не существует убедительной теории о взаимосвязи человека, общества и климата. Даже те социальные, экономические и психические последствия, которые сегодня приписываются парниковому эффекту, весьма разнородны, бессистемны и амбивалентны. В конечном итоге это говорит о том, что современные исследователи влияния климата до сих пор не получили каких-либо убедительных результатов.

Основным показателем всех количественных выводов Хантингтона являются показатели производительности, измеренные в период с 1910 по 1913 год на нескольких фабриках в штатах Новой Англии в США среди рабочих со сдельной оплатой труда. Объем

произведенной за месяц продукции в штуках Хантингтон соотносил со среднемесячной температурой наружного воздуха. В результате он пришел к выводу о «климатической энергии» (влияющей на производительность физического труда), различающейся в зависимости от времени года, и рассчитал идеальную для работы температуру наружного воздуха — около 15 °С. Штучная производительность достигала минимума в январе, затем непрерывно увеличивалась и достигала максимума в июне, после чего на протяжении летних месяцев снова снижалась, но к концу октября — началу ноября достигала нового максимума. Хантингтон исключает влияние всех остальных факторов на производительность, признавая только климатическое влияние сезонной температуры.

Опираясь на эти ключевые показатели и данные о средних температурах, полученные на 1100 метеорологических станциях и использованные также Юлиусом фон Ханном при написании «Климатологии», Хантингтон обозначил на карте мира ожидаемые средние показатели производительности. Разумеется, его метод предполагает, что выявленные в Новой Англии взаимосвязи действуют во всех странах мира.

Следующий, самый важный для Хантингтона шаг заключается в сравнении двух карт, изображенных на рисунках 15 и 16. На одной карте (рис. 15) отображена «человеческая энергия», которую Хантингтон выводит из климатологических показателей; на другой карте различные регионы мира размечены в соответствии с их «уровнем цивилизации» (определенным по итогам опроса 50 ученых из 15 стран). Хантингтон пришел к выводу, что обе эти карты поразительно похожи. Это дало ему основание полагать, что он доказал решающее влияние климата на цивилизационное и культурное развитие различных регионов мира как в настоящем, так и в будущем.

Кроме того, Хантингтон обратил внимание на то, что оптимальный климат, стимулирующий рост производительности, господствует в прямоугольнике, ограниченном четырьмя европейскими городами: Ливерпулем, Копенгагеном, Берлином и Парижем. Претендовать на звание обладателя лучшего климата могут также отдельные регионы Северной Америки, например, северо-запад тихоокеанского побережья (Сиэтл, Ванкувер), Нью-Гемпшир в Новой Англии до Нью-Йорка; впрочем, хороший климат наблюдается и в Новой Зеландии и в некоторых областях Австралии. Хантингтон никогда не сомневался в необходимости практического применения

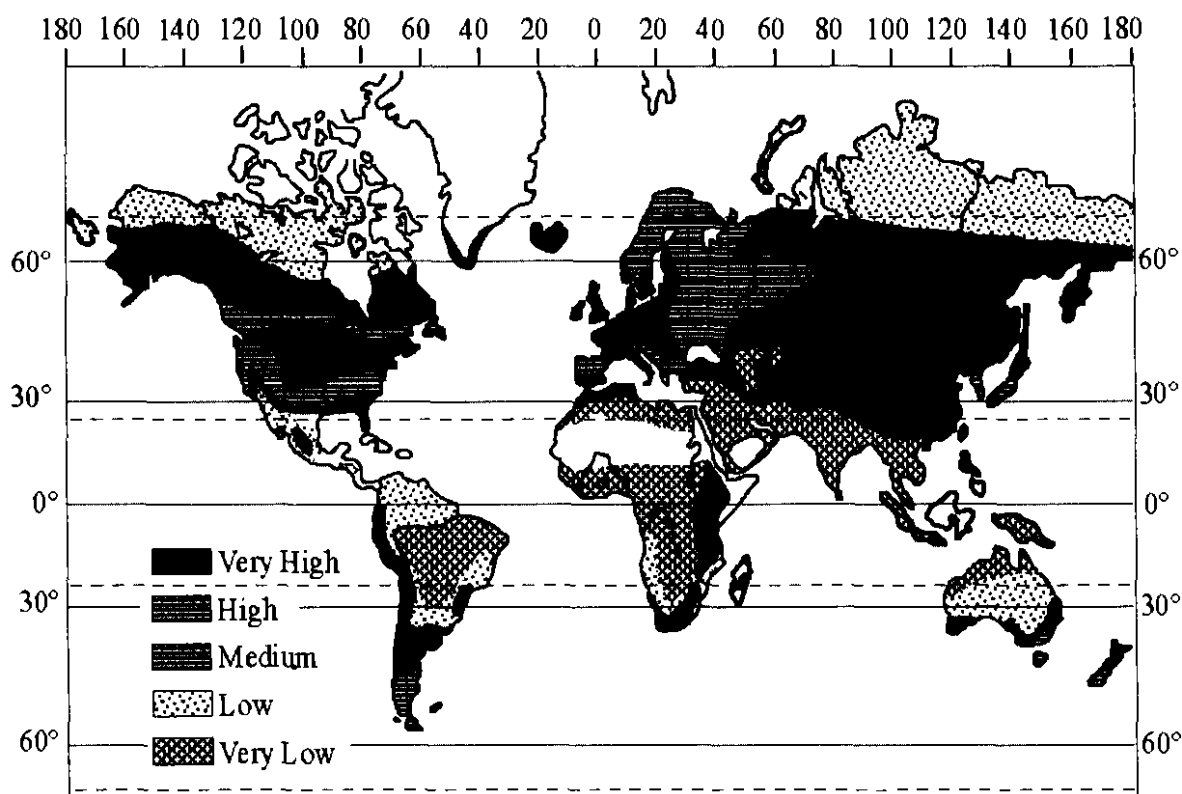


Рис. 15. Влияние климата на «человеческую энергию» в значении ожидаемой производительности труда.

Источник: Huntington 1920, Р. 234

своих открытий. Так, после второй мировой войны он настойчиво рекомендовал Организации Объединенных Наций сделать штаб-квартиру в г. Провиденсе, штат Род-Айленд, так как там самый «продуктивный» в мире климат.

Будучи видным представителем американской евгеники 1920–30-х гг., Хантингтон проявлял большой интерес к биологическим вопросам (или, как сказали бы сегодня, к социально-биологическим взаимосвязям) и имел значительное влияние на общественное мнение в США.

В евгенике распространенные в XIX веке опасения по поводу деградации или вырождения человечества были перенесены на научную почву. В своей программе «культивирования людей» евгеника дает политический ответ на угрозу, которой она сама же пугает общество. Стремление выразить проблему совершенствования или, наоборот, дегенерации человечества в точных, научных терминах играло важную роль в попытках евгеников легитимировать свою науку. Как правило, они были с самого начала убеждены в истинности своих тезисов, поэтому эмпирическое опровержение не могло поколебать их веру. Тем не менее, они ревностно искали эмпирические доказательства своей теории.

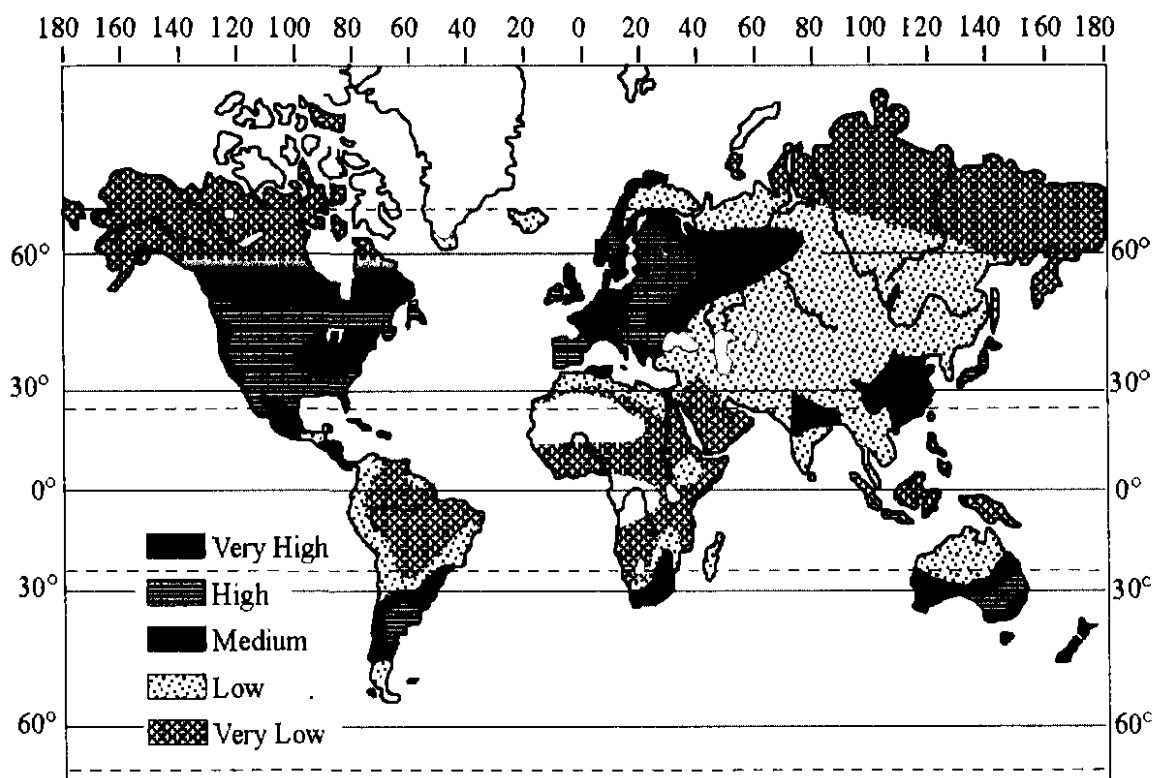


Рис. 16. Карта человеческой цивилизации.

Источник: Huntington 1920, P. 256

Один из специальных тезисов евгеники касался проблемы приспособления различных рас к климатическим условиям. Понятие расы было одним из центральных в евгенике. Успешная адаптация к тем или иным географическим условиям жизни (а это, согласно Хантингтону и его соратникам, в первую очередь климат) была одним из важнейших вопросов евгеники. При этом процесс адаптации понимался не как исторически ограниченная необходимость или «оппортунистически» гибкое сближение с окружающей средой, а как универсальный процесс совершенствования, который — по крайней мере, отчасти — определен и ограничен специфическими расовыми особенностями или возможностями.

В контексте этих идей становятся более понятными отдельные гротескные высказывания Хантингтона. Так, например, он утверждал, что живущие в северных регионах Соединенных Штатов афро-американцы лишь потому не исчезли окончательно, что непрерывное сокращение их числа компенсировалось постоянным притоком из южных штатов. В свою очередь американцы скандинавского происхождения менее успешны в сухих и солнечных регионах Соединенных Штатов. Показатель смертности среди выходцев из Скандинавии настолько высок, что без повторных миграционных волн они

бы полностью «вымерли» через несколько поколений. На влажном северо-западном побережье Тихого океана скандинавы, напротив, процветают.

Для Хантингтона причина успеха (совершенствования) или не-успеха (деградации) была очевидна. В «родных», привычных климатических условиях, которые якобы следуют за человеком или даже преследуют его в качестве врожденной, а значит неминуемой судьбы, можно успешно приспособиться к определенным культурным данностям, но адаптироваться к чужому климату невозможно. А поскольку климатические условия, по Хантингтону, играют решающую роль, определенные регионы либо идеально подходят людям, либо убивают их. Если климат меняется, то успешно адаптировавшийся человек снова обречен. Самого высокого уровня цивилизации достигают те народы, которые, сформировавшись в соответствующих условиях, наиболее успешно приспосабливаются к климату, господствующему в регионе их проживания.

До сих пор правомерной остается критика климатического детерминизма Хантингтона, сформулированная русско-американским социологом Питиримом Сорокиным (1889–1968) в книге «Современные социологические теории» (1928). В своей критике Сорокин опирается главным образом на примененную Хантингтоном логику. Он не отрицает, что количественное исследование взаимосвязи общества и климата имеет смысл. Свою задачу он видит в конструктивной критике. Он показывает, что используемые Хантингтоном данные во многих случаях абсолютно непригодны. Часть из них весьма фрагментарна или же опровергается другими данными. Сорокин указывает на другие, предположительно более верные интерпретации приводимых Хантингтоном количественных данных. Становится ясно, что используемые им методы сбора информации, техники отбора релевантных данных и статистические процедуры их обработки ведут к систематическим ошибкам. Сорокин ставит под сомнение научную обоснованность количественного подхода Хантингтона. Так, он подвергает критике важное для Хантингтона наблюдение относительно того, что эффективность человеческой деятельности в немалой степени зависит от климатических условий. Сорокин сравнивает результаты исследований Хантингтона с результатами, полученными другими учеными в начале XX века, и приходит к выводу, что климатические факторы, по всей видимости, не имеют однозначного и однообразного влияния на эффек-



тивность человеческого труда. В связи с этим Сорокин задается вопросом, будет ли влияние сезонных факторов одинаковым, скажем, для всех групп работников. Женщины и мужчины, молодые и пожилые сотрудники, квалифицированные и неквалифицированные рабочие — как показывают другие исследования, все они не обязательно одинаково реагируют на одни и те же воздействия. Наконец, различия в эффективности труда в зависимости от времени суток гораздо существеннее, чем колебания, связанные с климатическими факторами.

На Элсворта Хантингтона критика Сорокина не произвела особого впечатления. Он не отказался ни от одного из своих ключевых тезисов. Напротив, он и дальше в целом ряде успешных публикаций отстаивал свое мнение о влиянии климата на человеческое поведение. Воспроизведенные нами карты, отображающие распределение и ранжирование человеческих цивилизаций, в том же виде можно найти и в его последней, опубликованной незадолго до смерти в 1945 году книге.

Знаменитый американский экономист Уильям Нордхаус (род. в 1941 г.), чья формулировка проблемы парникового эффекта с точки зрения экономической ситуации налогообложения (см. главу 4.8) повлияла на политические дискуссии во всем мире, тоже изучил гипотезы Хантингтона и доказал их несостоятельность по крайней мере с экономической точки зрения<sup>1</sup>.

Идея о том, что климат влияет на общественные процессы, содержится и в марксистском понимании истории. Здесь доминирует представление о том, что климат и другие факторы природной окружающей среды задают рамочные условия, внутри которых впоследствии разворачивается классовая борьба. Вот что об этом сказал директор Института метеорологии при Университете им. Гумбольдта (Восточный Берлин) Карл Хайнц Бернхардт в своем докладе «Климатология как основа организации метеорологической службы в обществе развитого социализма»<sup>2</sup>:

«В отношении капиталистического общественного строя Маркс отмечал, ...что наиболее плодородная почва отнюдь не является

---

<sup>1</sup> *Nordhaus W.* The ghosts of climate past and the specters of climate future // Nakicenovic, Nordhaus, Richels, Toth (Eds.) Integrative Assessment of Mitigation, Impact and Adaptation to Climate Change. IIASA, Laxenburg, 1994. P. 35–62.

<sup>2</sup> *Bernhardt K.* Klima und Gesellschaft // *Z. Meteorol.* 1981 / Nr. 31. S. 71–82.

наиболее подходящей для роста капиталистического способа производства, так как последний “предполагает господство человека над природой”, поэтому родина капитала находится не в тропиках, а в зоне умеренного климата: “Необходимость общественно контролировать какую-либо силу природы в интересах хозяйства, необходимость использовать или обуздать ее при помощи сооружений крупного масштаба, возведенных рукой человека, играет решающую роль в истории промышленности”. Влияние климата на общественное развитие, начиная с антропосоциогенеза, включая развитие первобытного, а затем классового общества и заканчивая ролью климата и климатических изменений как части географической среды строительства развитого социалистического общества, безусловно, нуждается в тщательном изучении и обсуждении. Нельзя ограничиваться, бесспорно, необходимым анализом географического детерминизма и ненаучных, шовинистских и реакционных утверждений вроде тех, что исход войны определяется благоприятным климатом, ...или что жители областей с циклональным режимом погоды правят миром (Хантингтон).

Помимо подмеченных критиками методологических недостатков, тезисы Элсворта Хантингтона и других представителей радикального климатологического детерминизма таят в себе опасности, не связанные с недостаточной объективностью и научностью этого подхода. Основные опасности лежат в другой области. Климатический детерминизм ведет к тому, что за рамками остается все пространство автономной человеческой деятельности и история как результат человеческих действий. Самостоятельная деятельность людей и возможности действовать вытесняются геофизическим детерминизмом и в результате трактуются как факторы, не доступные влиянию со стороны человека и общества. Человек становится игрушкой в руках климатической системы. Он вынужден подчиняться законам природы. Он — жертва любых природных условий или явлений. Такая позиция способствует неограниченному, хотя, возможно, и неумышленному смирению с существующим общественным и политическим строем, потому что предполагается, что иначе и быть не может. Кроме того, любой политический режим может напрямую сослаться на то, что он действует в соответствии с требованиями природы, и требовать того же от своих граждан, чтобы предотвратить угрозу разрушения «жизненного пространства» или климата как ресурса и условия человеческого существования.

В этом случае очень просто строить свою аргументацию на том, что нельзя или не следует действовать вопреки законам климата, так как есть опасность, что климат отомстит человеку.

Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что теории климата не только отдают предпочтение европоцентристской версии человеческой истории, но и почти всегда помещают в этот же контекст и ее будущее развитие. Евгеники и расисты делают ставку на врожденные качества. Таким образом, и климатический детерминизм, хоть и подспудно, оказывается идеологической трансформацией расистского этноцентризма: инаковость, различия между народами наивным образом объяснялись и объясняются климатическими различиями. Этническая идентичность в представлении многих была и остается неразрывно связанной с климатом. Произвольность этих якобы судьбоносных взаимосвязей очевидна уже потому, что господствующие группы всегда мнят себя жителями наиболее благоприятных климатических зон, тогда как варварам и нецивилизованным народам, по их мнению, приходится проживать там, где климат скверный.

История учения о климатическом детерминизме резко оборвалась в середине XX века. После второй мировой войны вопрос о влиянии климата на человека и общество перестал играть какую-либо роль в социально-научной дискуссии. Интеллектуальная и политическая близость климатического детерминизма к расизму и национал-социалистической идеологии заставили его замолчать в послевоенную эпоху. Сегодня идеи климатического детерминизма не находят отклика ни в естественных, ни в общественных науках. Климату отводится роль контекстного условия.

Вот что писал Вильгельм Лауэр (1923–2007) в отчетном докладе за 1981 год об исследованиях истории Мексиканского нагорья: «Климат действительно имеет значение для формирования места действия, на котором разворачиваются события человеческого бытия, т. е. история человечества. Ведь климат определяет условия в самом широком смысле слова, ограничивает возможности, устанавливает пределы того, что может произойти на Земле, но не детерминирует то, что происходит или произойдет. Конечно, климат ставит проблемы, которые приходится решать человеку. Будет ли он их решать и каким именно образом, зависит от его фантазии, его воли, его конструктивной деятельности. Выражаясь метафорически, климат не пишет текст для драмы человеческой

истории, он не пишет сценарий фильма. Это делает только сам человек»<sup>1</sup>.

Впрочем, в глазах широкой общественности климатический детерминизм не утратил в одночасье свою убедительность. Многим он по-прежнему кажется вполне адекватной позицией для повседневной жизни и часто находит отражение в общепринятых представлениях о взаимосвязях между климатом и обществом.

Немецкий врач и социальный психолог Вилли Гельпах (1877–1955) так описывает жителей северных и южных регионов: «Насколько в северной части земли преобладают такие черты, как трезвость ума, суровость, холодность, невозмутимость, готовность самому прилагать какие-то усилия, терпение, упорство, строгость последовательного мышления и воли, настолько в южной части господствуют живость, возбудимость, импульсивность, эмоциональная сфера и воображение, флегматичная беспечность или мгновенная вспышка чувств. Внутри одной нации жители северных регионов более практичные, надежные, но вместе с тем замкнутые, а жители южных регионов больше расположены к эстетическим наслаждениям, более общительные (добродушные, любезные, разговорчивые), но при этом менее постоянные»<sup>2</sup>.

Его современник, немецкий социолог и экономист Вернер Зомбарт (1863–1941) вплоть до позднего периода своего творчества был убежден, что «почва и климат в совокупности имеют решающее значение не только для природной плодovitости той или иной страны, но в более широком смысле определяют природу народа, склоняя его или к инертной беспечности, или к активной деятельности»<sup>3</sup>.

Необычным современным примером климатического детерминизма явилась публикация в специализированном британском метеорологическом издании „Weather“ за 1993 год. Ее автор Бек пишет четко и убежденно: «Многие авторы размышляли об оче-

---

<sup>1</sup> *Lauer W.* Klimawandel und Menschheitsgeschichte auf dem mexikanischen Hochland. Akademie der Wissenschaften und Literatur Mainz // Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse. Nr. 2. S. 49 и далее.

<sup>2</sup> *Hellpach W. H.* Kultur und Klima // Wolterek H. (Hrsg.) Klima-Wetter-Mensch. Leipzig, 1938. S. 417–438. См. также: *Stehr N.* The ubiquity of nature: Climate and culture // Journal of the History of the Behavioral Sciences. Nr. 32. 1996. P. 151–159.

<sup>3</sup> *Sombart W.* Vom Menschen: Versuch einer geisteswissenschaftlichen Anthropologie. Berlin: Buchholz & Weisswange, 1938.

видной взаимосвязи между характером народа, проживающего в определенном регионе, и климатом этого региона ... Акты нетерпимости чаще совершаются теми народами в тех областях средних широт, где отмечается большая разница сезонных температур, в частности, в регионах с континентальным климатом. В 1930-х годах фашисты пришли к власти в Испании, Германии и Австрии: это все континентальные страны с разницей температур более 20 °С (исключение составляет южная Италия, где разница температур всего 15 °С, но и поддержка фашизма в этом регионе вначале была довольно слабой). ... Во многих американских штатах, где до сих пор существует смертная казнь, разница температур превышает 20 °С, а в сравнении с большинством «западных» стран это довольно существенная разница. ... По-видимому, никому не удастся с абсолютной уверенностью доказать, что мягкий климат в средних широтах способствует формированию толерантного общества, а экстремальный климат обрекает народы на нетерпимость. Тем не менее, этот тезис, безусловно, подтверждается историей, и понимание этого может быть полезным для выявления потенциальных проблемных регионов и своевременного предупреждения угрозы для мирного существования»<sup>1</sup>.

Механизм этого каузального воздействия заключен в отсутствии резких климатических различий между временами года. Это позволяет человеку, как пишет Бек, «оставаться более расслабленным, поскольку нет необходимости тщательной, жизненно важной подготовки к холодной зиме или жаркому лету. Там, где сезонная разница температур большая, ход жизни определяется временами года. Люди вынуждены готовиться к наступлению экстремальных погодных условий. В результате в этих регионах возникают гораздо более напряженные настроения». Не сложно заметить, что эти высказывания весьма незначительно отличаются от утверждений, сделанных сто лет назад профессором Фридрихом Умлауффом.

Безусловно интересной задачей для социолога было бы изучить эмпирическим путем, в какой степени идеи климатического детерминизма представлены в обыденном сознании и как они связаны с другими формами (генетического и расистского) детерминизма.

Лишь недавно стали появляться новые исследования на классическую тему значения климата для человека, в частности, исследо-

---

<sup>1</sup> Beck R. A. Viewpoint: Climate, liberalism and intolerance // Weather. 1993. Nr. 48. P. 63–64.

вания климатического влияния и климатических последствий. При этом ученые едва ли осознавали, что уже существует очень долгая традиция анализа влияния климата на человека и общество.

### **3.5 Воздействие климата на человека: современный уровень изученности проблемы**

В ходе эволюции человечество расселилось во всех климатических зонах Земли. Этот факт подтверждает представление о большей «открытости» человека по отношению к миру, как это называется в философской антропологии. Это означает, что, в отличие от представителей животного мира, для человека характерна биологическая неопределенность. Он способен существовать в самых разных условиях окружающей среды, но вместе с тем больше зависит от условий жизни, которые он создал сам. Человек действительно приспособился к самым разным климатическим условиям. Сегодня люди живут на такой высоте над уровнем моря, где атмосферное давление в два раза меньше, чем на уровне моря. Люди живут в арктических регионах, в областях с очень высокой влажностью и резкими перепадами температуры. Другими словами, как показывает история эволюции, способность человека адаптироваться даже к экстремальным климатическим условиям очень велика, а климат лишь в незначительной степени предопределяет развитие человека, его культуры и цивилизации.

Этот факт не может быть опровергнут неприятными переживаниями отдельных людей в чуждых для них климатических зонах. Сложно сказать, идет ли здесь речь о проблемах адаптации, обусловленных врожденными физиологическими особенностями, или же о некоторых климатических особенностях, с которыми можно научиться жить (при помощи особой одежды, режима питания, жилья или способа поведения). Так же сложно сказать, какую именно роль играют отдельные факторы в формировании и развитии экономики, политики и культуры общества. Впрочем, велика вероятность того, что обращение с климатическими особенностями – это не в последнюю очередь культурный феномен и, следовательно, вопрос опыта, научения, а не каких-то врожденных свойств. Создавая вокруг себя своеобразную микросреду, человек таким образом приспособливается к широкому спектру климатических условий и

отгораживается от неблагоприятных климатических воздействий. Возможно, в случае этих социально сконструированных микросред речь действительно идет о климатических условиях, приближенных к тем, в которых проживали люди в древности. Вполне возможно, что естественные эволюционные процессы привели к тому, что способность человека приспосабливаться к разным климатам возросла.

Насколько известно, впервые взаимосвязь между анатомией человека и его природной средой и в первую очередь климатом была отмечена в Древней Греции. Так, было замечено, что жители Африканского континента имеют более темный цвет кожи. Предполагалось, что этот факт обусловлен большей солнечной активностью в тропиках. Тем не менее, первые попытки проверить эмпирическим путем, действительно ли определенные анатомические особенности специфическим образом связаны с условиями окружающей среды, были предприняты сравнительно недавно.

Самой очевидной физической особенностью, изменяющейся в зависимости от географического региона, является цвет кожи. Цвет кожи зависит в первую очередь от содержания пигмента под названием меланин. Содержание меланина обусловлено генетически, т. е. различия в цвете кожи определяются отдельными генами. Однако на уровень меланина влияет и солнечный свет. В то же время одно из свойств меланина заключается в способности блокировать ультрафиолет. Этот пример показывает, как сложно выявить особенности человеческого организма и тот механизм, который отвечает за процесс селективной адаптации к окружающей среде.

В середине прошлого столетия начались систематические исследования взаимосвязи между климатическими и прочими условиями окружающей среды и особенностями человеческого организма. Среди прочего эти исследования выявили корреляцию человеческого роста и среднегодовой температуры. Чем ниже температура, тем выше рост. Впрочем, вопрос о том, можно ли в данном случае говорить о причинно-следственной связи, был и остается спорным. Возможно, здесь имеет место непосредственное влияние климата, а может быть, его воздействие опосредовано характером и частотой заболеваний, а также наличием продуктов питания. На сегодняшний день мы располагаем знаниями о влиянии питания на средний рост человека. В общем и целом четких доказательств взаимосвязи между климатом и ростом или множеством других характеристик

человеческой внешности пока нет. Важнейшие изменения внешнего облика человека, его здоровья или средней продолжительности жизни в прошлые столетия и особенно в последнее время были обусловлены прежде всего цивилизационными изменениями, а не климатом или его трансформацией.

Даже в жарких регионах планеты человек может вести относительно активный образ жизни. Эта способность выносить высокие температуры не в последнюю очередь связана с эффективностью системы потоотделения. Люди, проживающие в жарких странах, также приспособили свое поведение к высоким температурам. С другой стороны, способность человека выносить низкие температуры гораздо слабее. До сих пор нет свидетельств того, что способность адаптироваться к холоду возрастает вследствие длительного проживания в холодных регионах. Общая теплоотдача человеческого тела, по-видимому, не уменьшается в подобных экстремальных условиях. С другой стороны, очевидно, что жители регионов с холодным климатом чувствуют себя там гораздо комфортнее, чем те, кто редко сталкивался с холодом. Однако, возможно, это отмечаемое многими отличие объясняется процессами психологической и социальной адаптации, а не большей терпимостью организма к холоду. Успехи в адаптации человека к низким температурам или в достижении независимости от холода (или, наоборот, от жары) связаны главным образом с культурно-техническими инновациями (кондиционерами), которые позволили создать благоприятную среду и обеспечить привычный образ жизни.

Значение темы «Погода и климат» в повседневной жизни общества и в науке, по-видимому, зависит как от погоды и климата, так и от культурной традиции и, соответственно, культурного восприятия этих тем в разных обществах. Климат местности влияет на значимость темы климата в обыденной жизни, равно как и культура влияет на значимость темы климата в повседневном социальном и экономическом контексте. Объяснение плохого или хорошего самочувствия влиянием климата связано с культурной значимостью специфической интерпретации климатических условий, которая может принимать самые разные формы. Говоря упрощенно, роль климатических условий, скажем, в культуре Северной Америки гораздо менее значима, чем их роль в некоторых европейских странах. Так, например, в Германии пациент и врач часто размышляют о влиянии погодных и климатических факторов на процесс лече-

ния, а турист изучает климат того места, где собирается провести отпуск. Для Северной Америки подобные размышления нетипичны. Наконец, в Северной Америке едва ли кто-нибудь соотносит свою работоспособность с погодными условиями. В Германии же ни один санаторий, ни один курорт и ни один туристический регион не мог бы процветать, если бы немцы не были убеждены в причинной взаимосвязи между климатом и здоровьем.

#### **4. КЛИМАТ КАК РИСК И УГРОЗА**

В этом разделе мы хотели бы рассмотреть климат с точки зрения непредсказуемых обстоятельств и их влияния на жизнь человека. В отличие от положений климатического детерминизма, представленных в предыдущей главе, здесь мы займемся прежде всего капризными и неустойчивыми свойствами климата, которые являются неотъемлемым, жизненно важным ресурсом для общества. В связи с этим можно говорить о климатических рисках и угрозах. Несмотря на это, для индивида климат все же остается некой константой, нерегулярно прерываемой экстремальными происшествиями, скажем, несколькими дождливыми или аномально теплыми годами. Однако анализ долгосрочных наблюдений подтвердил наличие довольно сильных климатических колебаний. Мы начнем эту главу с примеров, иллюстрирующих изменчивость климата.

Исторический пример представлен на рисунке 17. Это проведенный Эдуардом Брюкнером анализ среднего количества осадков и цен на пшеницу в среднем за пять лет в Англии в XVIII веке. Из этой диаграммы можно сделать два вывода. Во-первых, количество осадков меняется от одной пятилетки к другой. Эти колебания не выходят за пределы 5 процентов. Отклонения от среднего значения за более длительный период увеличиваются с течением времени, что было важным наблюдением во времена брюкнеровского исследования (1912). Ведь тогда ученые полагали, что если взять средний показатель, скажем, за 30 лет, то все колебания будут уравновешены.

Второй вывод касается цен на зерно, которые, согласно Брюкнеру, зависят от количества осадков. Так, обусловленное морским



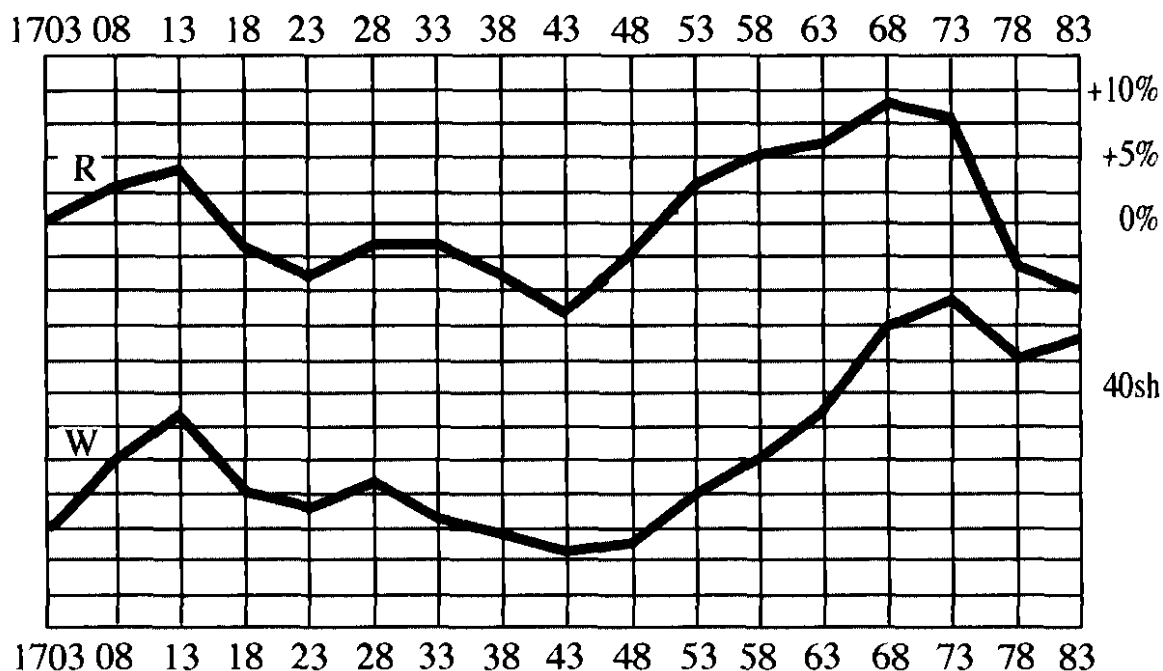


Рис. 17. Среднее количество осадков (дождя – R) за пять лет в Англии XVIII-го века по данным Брюкнера. На оси ординат отмечено увеличение количества осадков (шаг – 2,5 %) и цены за имперскую кварту (1,14 л) пшеницы (шаг – 2 шиллинга).

График воспроизведен в точном соответствии с оригиналом

климатом увеличение осадков в виде дождя в Англии явилось причиной снижения урожайности и, соответственно, повышения цен. Впрочем, это заключение верно относительно эпохи до появления всемирной торговли, а что касается более поздних периодов, то Брюкнер объясняет изменения действием других, в первую очередь политических факторов.

Тот факт, что климат меняется в хронологических пределах нескольких столетий, подтверждается, например, названием «Гренландия», которое викинги дали острову в период потепления в средние века. Тогда Гренландия действительно была зеленой («grün») по причине теплого климата. Сегодня вряд ли кому-нибудь бы пришло в голову выбрать такое название для этого острова<sup>1</sup>.

Третий пример связан с осадками в африканском государстве Нигер, страдающем от так называемой Сахельской засухи. На протяжении многих лет она была главной причиной неблагоприятных

<sup>1</sup> Впрочем, нельзя с уверенностью исключить и другую возможность: может быть, это название было дано с надеждой привлечь на остров переселенцев. Аналогичную ситуацию мы видим на рисунке 6, где нарочно занижаются показатели частоты и силы торнадо.

для земледелия климатических условий на обширных территориях Африки. Высказывались предположения, что эта засуха связана с процессами в поверхностных водах мирового океана.

Сегодня общество обеспокоено в первую очередь возможными изменениями климата в связи с выбросом парниковых газов в атмосферу. Некоторые связывают с этим и Сахельскую засуху, однако последнее слово в этой дискуссии еще не сказано.

В последнем примере речь идет об изменении температуры в Дании. Температура в этой стране выросла примерно на 1,5%. Начиная с точки отсчета (1873 г.) и приблизительно до 1950 года температура неуклонно и непрерывно увеличивалась и в итоге возросла на 0,7 °C. Затем наступил примерно 20-летний период незначительного спада температуры, а с 1980 года вновь началось на этот раз беспрецедентное потепление. За последние 25 лет температура снова выросла на 0,7 °C. Этот факт полностью соответствует теории антропогенного потепления климата, которая подтверждается сохраняющейся тенденцией роста температуры. За последнее время даже самые холодные годы были теплее самых теплых лет конца XIX века. Это наблюдение ни у кого не вызывает сомнений.

В дальнейшем мы рассмотрим как естественнонаучную, так и социальную модели изменения климата. Пока неясно, какая из этих моделей имеет решающее влияние на политику в области климата. Разумеется, они не являются противоположными и взаимоисключающими. Социальная модель по-прежнему представлена в современном научном дискурсе, что не может не вызывать беспокойства у представителей естественных наук, стремящихся к «объективности» как к конечной цели научных исследований.

В разделе 4.1. «Развитие взглядов на проблему изменения климата» мы дадим общий анализ прошлой научной дискуссии на тему климатических изменений, которая в некоторых аспектах близка современной проблеме антропогенных изменений климата. Затем, в разделе 4.2. «Естественная изменчивость климата», мы обратимся к естественнонаучной концепции климатических изменений, а в разделе 4.3. обсудим вопрос «Кому принадлежит климат?». В разделе 4.4. мы уделим внимание климатическим изменениям, вызванным человеческой деятельностью; в разделе 4.5 «Социальная модель климатических изменений» и в разделе 4.6. мы изложим обыденные представления об изменении климата; в разделе 4.7. речь пойдет об «Истории климатических катастроф». Наконец, в разделе 4.8. мы проанализируем «Влияние климатических измене-

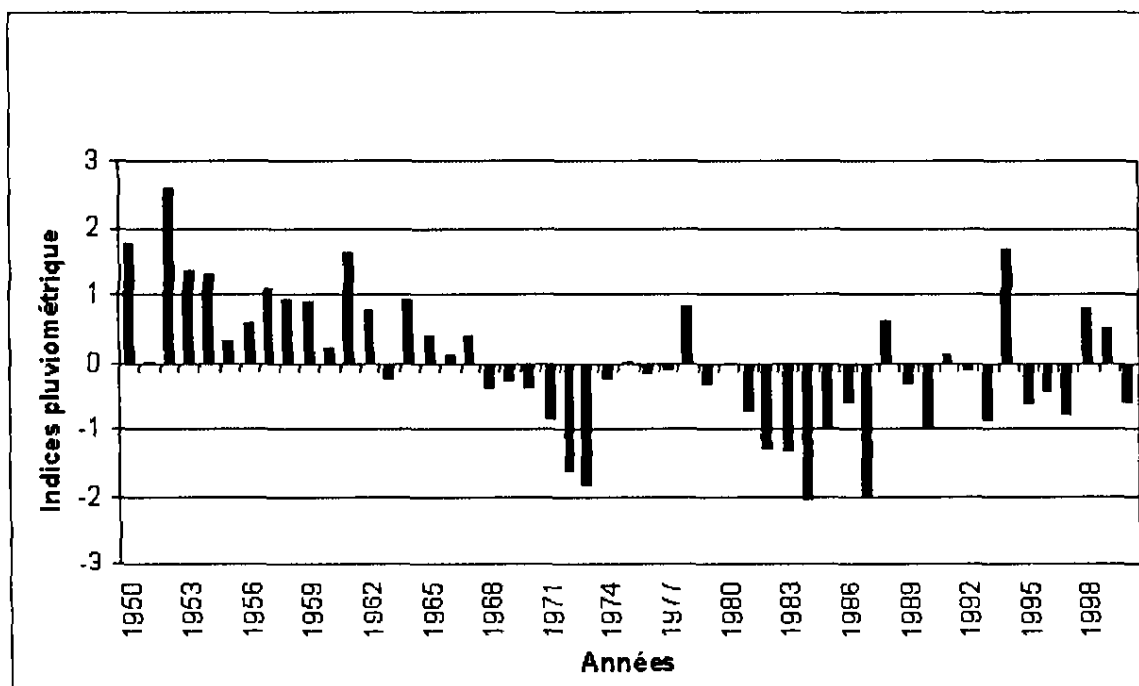


Рис. 18. Индекс количества осадков в Нигере (Западная Африка), 1950–2000.  
Источник: Direction de la Météorologie Nationale, Niger

ний на общество», а также воздействие научной и повседневной концепций изменения климата на общество и политику.

#### 4.1. Развитие взглядов на проблему изменения климата

Вопрос о климатических изменениях и их причинах в доисторическую и историческую эпоху всегда представлял большой интерес для климатологии. Однако это не означает, что на протяжении всего периода существования климатологии эта тема была приоритетной. На этапе становления климатологии как науки тема изменения климата долгое время оставалась без внимания. Лишь в конце XIX века вопрос изменчивости климата в исторический период стал одной из важнейших исследовательских задач, и в первую очередь это связано с наблюдениями и выводами Эдуарда Брюкнера (1862–1927). Впрочем, через некоторое время эта тема снова отошла на второй план: в середине 1920-х гг. она перестала быть значимой. Лишь в наши дни проблематика вероятности и причин климатических изменений снова стала одним из главных вопросов климатологии.

Сегодня мы сталкиваемся с такой ситуацией, когда глобальное антропогенное изменение климата активно обсуждают не только

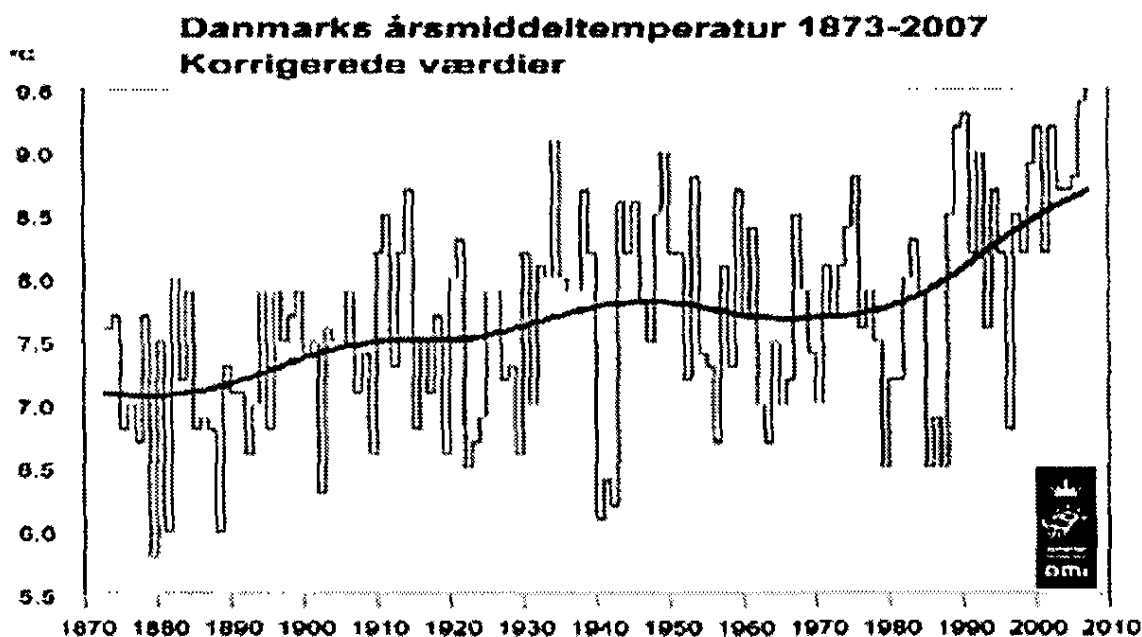


Рис. 19. Изменение среднегодовой температуры воздуха в Дании  
(на основе сопоставимых температурных наблюдений по всей стране).

Источник: Danmarks Meteorologiske Institut

ученые, но и общественность, так что понятие «парниковый эффект» на сегодняшний день известно и понятно всем. Ученые очень обеспокоены этой проблемой, нередко обращаются напрямую к общественности и предупреждают о грядущей климатической катастрофе. Складывается впечатление, что речь идет о совершенно новой проблематике, однако это не так.

Аналогичная дискуссия уже имела место в науке около ста лет назад, когда группе вышедших из географической науки климатологов стало ясно, что наш климат может меняться не только на протяжении геологической эпохи, но и в течение столетий и даже десятилетий. Это наблюдение было подтверждено данными об уровне воды в бессточных озерах, например в Большом Соленом озере в штате Юта (США) или в Каспийском море. В связи с этим возник вопрос, что привело к изменению уровня воды: человеческая деятельность или естественные климатические колебания? Среди антропогенных причин изменения климата называли вырубку лесов, иногда, наоборот, лесонасаждения и возделывание больших площадей. Некоторые были убеждены, что эти изменения носят положительный характер («Дождь следует за плугом»), однако чаще указывалось на отрицательные последствия изменения климата.



Рис. 20. Эдуард Брюкнер вместе со своим учителем и коллегой Альбрехтом Пенком. Последний внес существенный вклад в обнаружение следов более древнего ледникового периода в европейских Альпах

Примечательно, что все эти дискуссии выходили далеко за пределы научных кругов. Некоторые ученые – и тогда, и сейчас – обращались напрямую к общественности и требовали принятия мер (которые сегодня мы назвали бы климатической политикой или защитой климата) по предотвращению негативных экономических, социальных и политических последствий новых климатических колебаний. Другие ученые были убеждены в том, что изменения или колебания климата носят естественный характер и, возможно, связаны с какими-то космическими процессами, так что общество должно к ним просто «приспособиться». В некоторых европейских странах для решения данной проблемы были созданы специальные парламентские и правительственные комиссии.

Следующий раздел мы посвятили двум выдающимся участникам дискуссии о климате, которая взволновала научные круги и широкую общественность около ста лет назад. В этой дискуссии теория Аррениуса не играла никакой роли. Ее главными участниками были Брюкнер (1863–1927) и уже упоминавшийся Юлиус фон Ханн. Долгое время они возглавляли кафедры географии и метеорологии в Вене<sup>1</sup> и представляли противоположные мнения в вопросе о значении климатических колебаний в исторические времена.

В 1890 году Брюкнер опубликовал свое главное произведение «Колебания климата с 1700 года». Проанализировав колебания уровня воды в крупнейшем бессточном озере – Каспийском море, он пришел к выводу, что наблюдаемые изменения вызваны квазиколебательной изменчивостью климата с периодом в 35 лет. Максимальный уровень воды обусловлен прохладной и влажной погодой, а минимальный – сухой и теплой. Далее Брюкнер проанализировал взаимозависимость между уровнем осадков и изменением уровня воды в глобальном временном масштабе. Он обнаружил, что вековые колебания происходят во всех регионах мира. В первую половину 35-летнего цикла во всех регионах с континентальным климатом погода становится более влажной, а во всех регионах с морским климатом – более сухой. Во вторую половину цикла ситуация меняется на диаметрально противоположную. Брюкнер неоднократно указывал на то, что причина выявленной им периодичности пока неясна.

Брюкнера чрезвычайно интересовали экономические, социальные и политические последствия климатических колебаний. Он

---

<sup>1</sup> Об их работах и идеях см. в: *Stehr N., von Storch H. Climate Works, An anatomy of a disbanded line of research // Climatic Change. 1998.*

подробно изучил влияние климатических изменений на миграционные процессы, урожайность, торговый баланс, здоровье и трансформацию властно-политических отношений в мире. Он исходил, в частности, из того, что колебания количества осадков имеют непосредственное влияние на производительность сельского хозяйства. В то время в Западной и Центральной Европе более двух третей случаев чрезвычайно высоких урожаев совпало с периодами теплой и сухой погоды. В то же время относительное падение производительности связывалось с влажными и холодными климатическими условиями. В свою очередь, высокие или низкие урожаи отражались на исследуемых Брюкнером миграционных потоках, в частности, из Европы в США (Рис. 21).

Брюкнер обнародовал результаты своих исследований и в устной, и в письменной форме. В своих статьях и выступлениях он обращался как к общественности в целом, так и к отдельным профессиональным группам, например, к крестьянству, которое особенно сильно зависело от колебаний климата. В то время его идеи широко обсуждались в прессе.

На основе своих наблюдений и выводов о квазиосцилляторном изменении климата с периодичностью в 35 лет Брюкнер предсказал наступление в конце XIX-го—начале XX-го века в Северной Америке и Сибири засушливого периода с отрицательными последствиями для сельского хозяйства. (Любопытно, что с помощью этой схемы он мог бы предсказать и «пыльный котел», от которого в 1930-е годы пострадали центральные штаты Северной Америки). Брюкнер строил свою аргументацию на том, что в последнее время именно в этих регионах наблюдались благоприятные климатические условия. Таким образом, они уже прошли «фазу обильных дождей» в 35-летнем периоде квазиосцилляторного колебания и теперь вступили в «засушливую фазу». Перемена погоды в сторону засушливости в этих регионах неизбежна. Соответственно, не удастся избежать и неурожаев и острой нехватки продовольствия. Центры производительности переместятся из России и Восточной Европы в Центральную и Западную Европу, что приведет к смещению властно-политических отношений.

Совершенно другое мнение отстаивал Юлиус фон Ханн (1839–1921), который в свое время считался самым выдающимся метеорологом. Он же написал первый учебник по климатологии (1883). Фон Ханн отдавал предпочтение дескриптивному методу. Опираясь на тщательные эмпирические наблюдения, он стремился создать

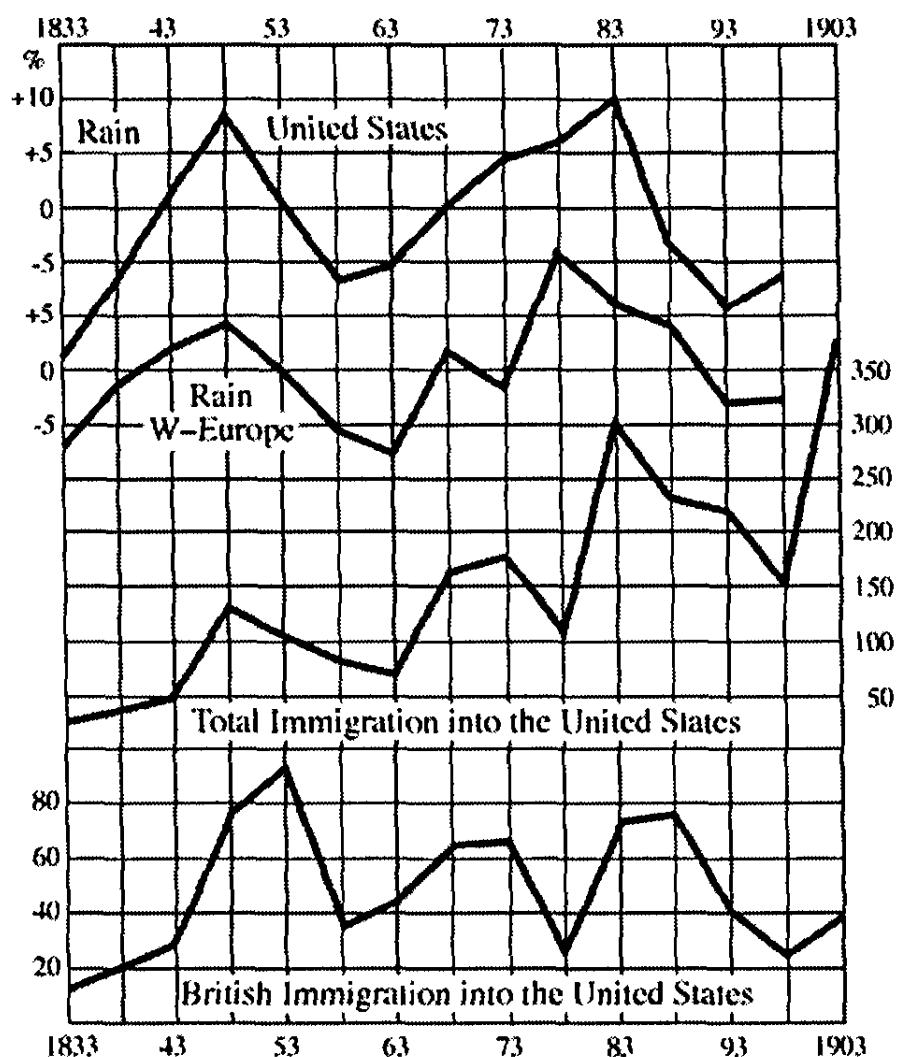


Рис. 21. Брюкнеровский анализ колебаний количества осадков (дождей) и числа иммигрантов в США в XIX веке

основу для понимания различных метеорологических явлений. В своем учебнике он лишь попутно рассматривает концепцию климатических колебаний. В то время климатологи обсуждали главным образом периодичность. Фон Ханн выделяет «прогрессивные» (т. е. сохраняющиеся) и «циклические» изменения (т. е. флуктуации или осцилляции вокруг константного среднего) с их особенными периодическими характеристиками. На основе доступных ему знаний фон Ханн пришел к выводу, что нет никаких убедительных свидетельств «прогрессивных» изменений в исторический период. Точно так же в своих эмпирических данных он не увидел подтверждений того, что климатическая система реагирует на импульсы, связанные с колебательными процессами на Солнце. Поэтому он исключил влияние колебаний солнечных пятен на климат Земли.



По отношению к закону 35-летней периодичности климатических колебаний, сформулированному Брюкнером на основании множества разнообразных и информативных эмпирических наблюдений, фон Ханн был настроен гораздо менее скептически, нежели к спекулятивным рассуждениям о воздействии солнечных пятен. Фон Ханн обратил внимание на то, что брюкнеровские периоды объясняют существующие противоречивые интерпретации изменчивости климата в различных географических областях, поскольку в этих интерпретациях, без сомнения, отражены разные отрезки 35-летнего периода.

Фон Ханн старался не участвовать в дискуссиях о влиянии климата на общество. Поэтому в своем учебнике он полностью проигнорировал тему возможных социальных, экономических и политических воздействий климатических колебаний.

В некотором смысле ситуация в конце XIX века была похожа на нынешнюю. Ученые все яснее осознавали, что климат — это не постоянная величина, что он может существенно меняться на протяжении столетий и даже десятилетий. Одновременно пришло осознание того, что климат может меняться как систематически, вследствие человеческой жизнедеятельности (в терминологии фон Ханна «прогрессивно»), так и на какое-то определенное время (в терминологии фон Ханна «циклически»), в результате природных процессов. Причины естественной изменчивости климата пока были неясны. Высказывались спекулятивные гипотезы о разной интенсивности солнечного излучения или других «космических» процессах. Так же, как и сегодня, некоторые ученые ошибочно принимали сравнительно медленные, естественные климатические изменения за систематические колебания. Например, описанные Брюкнером колебания считались результатом уничтожения лесов и других изменений на поверхности Земли. Впрочем, другие ученые, например, фон Ханн, скептически относились к имеющимся по этой проблеме эмпирическим данным и предпочитали тщательным образом измерять и протоколировать климатические процессы.

Ввиду того, что климатические условия оказывают серьезное влияние на отдельные отрасли экономики и социальные институты, перед учеными стоит вопрос, как сообщать о климатических изменениях общественности: просто информировать или же предупреждать? Некоторые ученые, к которым относился и фон Ханн, предпочитали заниматься точными измерениями и анализом эмпирических данных и общаться на эту тему исключительно с учены-

ми. Другие, как, например, Брюкнер, наоборот, чувствовали себя морально обязанными обращаться непосредственно к общественности. Впрочем, в отличие от наиболее ревностных и активных защитников экологии, Брюкнер не призывал к конкретным политическим мерам по охране климата. У других ученых необходимость в таких мерах не вызывала сомнений. Так, например, американский географ Франклин Б. Хоу (1822–1885) от имени Американской ассоциации содействия развитию науки (AAAS) требовал принять комплексные меры по насаждению лесов в Северной Америке для того, чтобы избежать дальнейшего обезвоживания континента. В XIX веке те ученые, которые отстаивали теорию антропогенных изменений климата, действительно имели некоторое влияние на муниципальное управление и даже государственную политику отдельных стран. Они настаивали на том, что изменения окружающей среды, особенно вырубка леса на обширных территориях, приводят к явным изменениям климата. В ряде государств были созданы специальные парламентские комиссии, занимавшиеся проблематикой изменения климата.

Однако на рубеже веков оживленное обсуждение климатических колебаний неожиданно прекратилось как среди ученых, так и среди широкой общественности. В климатологии исследователи пришли к единому мнению, доминирующему до сих пор: вековые колебания климата носят эпизодический характер, подчиняются закону больших чисел (взаимное погашение случайных колебаний) и по сути не имеют большого практического значения.

Описание этого периода в истории науки показывает, что процветающий сегодня жанр научно-популярной климатологии, равно как и интерес общественности к проблеме климата зародились уже давно. Поскольку определенное, сравнительно четкое представление о климате является важной частью обыденного и коллективного сознания, вопрос об изменении климата очень хорошо подходит для публичных обсуждений такого рода. Сто лет назад участвующие в этой дискуссии ученые, как и сегодня, сильно различались по своей самоидентификации. Наконец, неточности и неопределенности в прогнозах климатических колебаний впервые были замечены тоже не сегодня: фон Ханн обратил на них внимание более ста лет назад.

В то же время многие эксперты убеждены, что новизна сегодняшнего подхода заключается в его глобальности. Это неверно. Как мы видим из нашего примера, уже в конце XIX века ученые про-

гнозировали глобальные изменения климата. Для Брюкнера было совершенно очевидно, что наш климат представляет собой глобальную систему и подвержен глобальным колебаниям.

Как раньше, так и сейчас дискуссии на тему климатических колебаний сопровождались попытками ученых определить основные последствия изменения климата для общества. Впрочем, за прошедший век резко изменился объем и направленность климатологических исследований. Раньше размышления о влиянии климата на поведение человека нередко сближались с расистскими теориями или даже основывались на них. «Культурное превосходство» отдельных народов объясняли климатическими условиями, господствующими в районе их проживания. Несхожесть, различие между народами с характерной для тех времен наивностью приписывали воздействию климата. Этническая идентичность была и остается в представлении многих неразрывно связанной с климатом. Неудивительно, что такого рода теории климата были надолго дискредитированы.

В современной климатологии доминируют естественнонаучные дисциплины, тогда как социальным и гуманитарным наукам, по-видимому, непросто заниматься экологическими проблемами и их социальными последствиями. Вероятно, бесславная история социально-научных подходов к теме климата и трудности, связанные с междисциплинарной работой, препятствуют открытию новых перспектив и созданию новых исследовательских программ.

Сегодня нам остается только догадываться, почему дискуссия о колебаниях климата и их социальных последствиях была столь оживленной в XIX и начале XX-го века, а затем почти полностью прекратилась и была предана забвению. Вскоре внимание ученых и общественности было привлечено другими важными проблемами: первой мировой войной, глубокими экономическими кризисами и возникновением тоталитарных режимов. Безусловно, они надолго вытеснили из общественного сознания проблему взаимного влияния природы и общества. С другой стороны, произошли значимые для климатологии технологические изменения, обусловившие смену парадигмы и, соответственно, исследовательской тематики.

#### **4.2. Естественная изменчивость климата**

Физические характеристики климата, включая состояние нижних слоев тропосферы, колеблются в широком диапазоне времен-

ных шкал вследствие естественных процессов. Эти естественные процессы могут происходить внутри климатической системы или быть вызваны эпизодическими изменениями, например, изменением солнечного излучения или концентрации аэрозольных частиц в стратосфере в связи с извержением вулкана. Когда мы говорим о «колебаниях», мы имеем в виду изменения климата недалеко от пределов «нормального состояния». Бывают периоды аномально высоких или аномально низких температур. В какой-то период бури случаются очень часто, а когда-то их нет совсем. Речь здесь идет об отклонениях, разных по продолжительности, но всегда чередующихся с отклонениями с обратным знаком. Холодный период сменяется теплым, засушливый – влажным, и так далее. При этом «нормальное состояние» является скорее мнимой величиной, потому что в истории Земли не может быть «нормы». Это математический конструкт, средняя величина за многие тысячелетия. Как уже говорилось выше, Всемирная метеорологическая организация постановила рассчитывать средние показатели за период в 30 лет<sup>1</sup>. Мы здесь имеем дело не с природной константой, а с социальным конструктом, конвенцией, которая в общем соответствует хронологическому горизонту человеческого опыта.

Ошибочно представлять последовательность отклонений в виде периодов, по аналогии с годовым ходом температур или приливами и отливами. Периодические процессы можно предсказать *ad infinitum*<sup>2</sup>: лето в северном полушарии в четвертом тысячелетии будет теплее зимы. Колебания климата нельзя предсказать таким образом. Сегодня даже прогнозы средних температур на следующий сезон редко оказываются верными, хотя они ограничиваются всего-навсего простыми высказываниями вроде «теплее, чем обычно» или «холоднее, чем обычно». Последовательность отклонений не подчиняется каким-либо закономерностям. После 10 теплых лет следующие три года с одинаковой вероятностью могут быть и теплыми, и холодными. После нескольких лет отсутствия осадков (как, например, в случае Сахельской засухи в 1970–1980-х гг.) влажные и засушливые годы могут чередоваться (см. рис. 18).

Фон Ханн различает два вида климатических изменений: «циклические» и «прогрессивные». Нам не подходит ни одно из этих понятий. «Прогрессивные» изменения являются необратимыми и

---

<sup>1</sup> Если верить слухам, то это количество лет восходит к 30–25-летним периодам, предложенным Брюкнером.

<sup>2</sup> До бесконечности (лат.).

могут быть вызваны систематическими изменениями в климатической системе. Сюда относятся в первую очередь антропогенные изменения, которые мы рассмотрим в следующем разделе. На хронологической шкале протяженностью в несколько миллионов лет к этим изменениям относятся перемещения континентов или образование гор. Понятие «циклический» подразумевает не только временный характер изменений, но и их периодичность. Открытие того факта, что любой конечный неизменный временной ряд можно представить в виде функций синусов и косинусов, привело ученых к идее о том, что «непрогрессивные» временные ряды составлены из конечного числа «волн» с характерными периодами. (Честь этого открытия, к слову, принадлежит упомянутому выше Фурье). Для того чтобы сделать прогноз, необходимо определить эти периодичности и состояние на протяжении последних нескольких дней или лет, в зависимости от характера прогнозируемого явления. В своем знаменитом учебнике по метеорологии 1936 года сэр Нейпир Шоу (1854–1945) на нескольких страницах перечисляет значимые, на его взгляд, периодичности в климатической системе — от нескольких дней до нескольких месяцев. Этот список вобрал в себя результаты многих исследовательских проектов предыдущих лет. Аналогичные методы применялись не только в метеорологии, но и во многих других областях, начиная от анализа экономических циклов и заканчивая прогнозом землетрясений. Воодушевление, с которым был принят метод «гармонического анализа», нашел отражение в создании Общества циклов. Среди его основателей был и уже неоднократно упомянутый Хантингтон. Сегодня тоже предпринимаются попытки выделить из имеющихся эмпирических данных «значимые периодичности» и на их основе сформулировать прогнозы на будущее. Усилия в этом направлении исходят не только от любителей, но и от профессиональных метеорологов и климатологов.

Вообще-то тот факт, что на основе эмпирических данных можно выявить абсолютно любой период, должен был довольно рано насторожить ученых. Регулярные опровержения прогнозов тоже должны были бы восприниматься как предупреждения. Однако только в 1937 году российский экономист Евгений Слуцкий (1880–1948) покончил с этим всеобщим наваждением<sup>1</sup>. Если мы продлим или сократим временной ряд наблюдений, то одновременно изменятся и

<sup>1</sup> *Slutsky E. The summation of random causes as the source of cyclic processes // Econometrica 5. P. 105–146. На русском языке: Слуцкий Е. Е. Слуцкий Е. Е. Сложение случайных величин как источник циклических процессов // Вопрос конъюнктуры. Т. III. Вып. 1. М, 1927.*

анализируемые периоды. Если же мы будем анализировать случайный временной ряд, то мы и в этом случае обнаружим периодичности, хотя при построении этого ряда никакой хронологической регулярности не было. Сегодня климатические временные ряды рассматриваются как смещение и сложение «детерминистских» компонентов, обусловленных внешними причинами (например, извержением вулкана), и эндогенных непериодических вариаций. Изменение параметров орбиты Земли за несколько десятков тысяч лет, по всей вероятности, оказывает периодическое воздействие на климат Земли (теория Миланковича), которое, однако, недостаточно для объяснения смены ледниковых периодов и периодов потепления.

Периодическое влияние циклов солнечных пятен на климат Земли категорически отрицалось ввиду множества неудачных попыток доказать его существование. Однако несколько лет назад, в связи с интересными результатами, полученными берлинской исследовательницей Карин Лабитцке, дискуссия вокруг этого вопроса возобновилась.

Самые короткие временные шкалы, применяемые для изучения климатических изменений, имеют деление в несколько дней. Такие «колебания погоды» общество переживает в форме бурь или продолжительных периодов высокого атмосферного давления («блокировки»). Эти «нарушения» рассматриваются метеорологами как явления нестабильности и нелинейности в поле турбулентных течений внетропической атмосферной циркуляции (см. рисунок 14).

Частота и интенсивность этих нарушений сильно варьируется, а их распределение в приближении может рассматриваться как случайное. Они как раз и вызывают экстремальные штормовые явления. Из-за статистического характера частоты и силы штормовых явлений нам приходится исходить из того, что экстремальное явление («самый сильный ураган за 100 или 1000 лет») может произойти в любой момент. Вероятность такого события минимальна, но не равна нулю. Объяснения, которые часто можно услышать от метеорологов на немецком телевидении, что, мол, ураганы зависят от определенной макросиноптической ситуации, на самом деле ничего не объясняют, поскольку «циклоногенез», т.е. процесс возникновения урагана, сам является существенным фактором, формирующим макросиноптическую ситуацию.

До сих пор климатология не добилась значимых результатов в выяснении причин междугодичных колебаний (например, почему

последующая зима отличается от предыдущей). Исключение составляет феномен тропического колебания Эль-Ниньо. В данном случае мы имеем дело с нерегулярными климатическими явлениями, связанными с расширением и сокращением теплых вод в океане в районе экватора. Следствием этого феномена являются аномалии осадков в различных, главных образом тропических регионах. Так, на западном побережье Южной Америки наблюдается существенное увеличение количества осадков, а в Австралии — резкое сокращение. Если не принимать во внимание сезонные изменения климата, то кроме Эль-Ниньо нет ни одного природного явления, которое бы имело такое стабильное влияние на годовой климат. Прогнозируемые на основании климатологических моделей аномалии длятся, как правило, один год, и существует тенденция чередования знака аномалий. Данное явление можно спрогнозировать за один год до его начала или даже раньше. Впрочем, для нетропических территорий и в первую очередь для Евразии феномен Эль-Ниньо не имеет практически никакого значения. В своих прогнозах ученые в данном случае исходят из анализа волнового движения в тихоокеанских тропиках, которое в определенный период вступает в положительное (т. е. усиливающее) взаимодействие с атмосферой и прежде всего с конвекционными процессами в тропиках.

На временных шкалах в 10, 100 и более лет также прослеживаются выраженные колебания климатической системы, однако, из-за отсутствия или неоднородности данных, они недостаточно документированы и изучены. Примером аномалии, продлившейся несколько столетий, может служить малый ледниковый период (ок. 1500–1750 гг.). К этому же классу вариаций относится дриасовый период, во время которого (примерно 11 000 лет назад) в Северную Европу неожиданно возвратились холода. Тот факт, что колебания климата имеют место и в гораздо большем временном масштабе, подтверждается знаменитым графиком, на котором отображены средние глобальные температуры и концентрация углекислого газа в атмосфере на протяжении 150 000 лет. Эти данные получены российскими и французскими учеными в результате анализа ледяного керна, извлеченного в районе российской антарктической станции Восток. На графике четко прослеживаются относительно теплые климатические условия на протяжении последних 10 000 лет, серия ледниковых периодов в предыдущие 90 000 лет и последнее, Эемское межледниковье, имевшее место около 120 000 лет



назад. Так же наглядно отображена взаимосвязь изменений температуры и концентрации углекислого газа: теплые температуры сопровождаются повышенной концентрацией, и наоборот. При этом, однако, неясно, вызывает ли изменение температуры изменение концентрации CO<sub>2</sub> или наоборот. Возможно, оба эти изменения подвержены влиянию третьего, пока неизвестного процесса.

Наши знания о естественных причинах изменений климата неполны. Как уже говорилось в разделе 3.2., у ученых нет единого мнения относительно масштабов влияния солнечной активности на климат. То же самое касается солнечных пятен, которые время от времени также оказываются в центре внимания в связи с вопросом о причинах изменчивости климата.

В принципе низкочастотные колебания климата могут быть вызваны тремя разными процессами:

1. Внешний импульс. Этот аспект находится в центре внимания знаменитой теории сербского астронома Милутина Миланковича (1889–1958). Данная теория объясняет ледниковые периоды временными вариациями параметров орбиты Земли. Сегодня нам известно, что эти циклы могут объяснить лишь некоторую часть последовательности ледниковых периодов и потеплений. К внешним факторам также относятся космические и особенно солнечные процессы и изменения топографии Земли (см. об этом главу 4.4.).

Вплоть до 1950-х годов внешние импульсы считались единственным объяснением изменений климата<sup>1</sup>.

2. Внутренняя «детерминистская» динамика, вызванная, в частности, (нелинейными) взаимодействиями внутри системы, может порождать очень любопытные временные зависимости и климатические типы. Впервые на это обратили внимание после сенсационного открытия американского метеоролога Эдварда Лоренца. К этой категории явлений относится, например, молодой дриас. Тем не менее, попытки объяснить естественные колебания климата в контексте «теории хаоса» пока выглядят неубедительно.

3. Самое простое объяснение было предложено гамбургским климатологом Клаусом Хассельманном (род. в 1931 г.). Согласно его теории, медленные вариации в линейных и нелинейных системах могут быть вызваны быстро меняющимися, чисто статистиче-

---

<sup>1</sup> Этот подход к объяснению климатических изменений изложен, например, в: *Huntington E., Visher S. S. Climatic Changes. Yale University Press, New Heaven, 1922. P. 329 и далее.*



скими «помехами»<sup>1</sup>. В климатической системе изменчивость погоды играет роль «помех». Данное объяснение признано правильным для значительной части феноменов, относящихся к естественной изменчивости климата. Оно согласуется с отсутствием выраженных периодических циклов и с формой спектров климатической вариабельности.

Существуют разные подходы к изучению естественной изменчивости климата. Это, во-первых, анализ результатов наблюдений, а, во-вторых, построение приближенных к реальности моделей климатической системы. Эксперименты в прямом смысле этого слова в данной области невозможны, так как существует только одна климатическая система, которая, к тому же, является открытой, т. е. подвержена целому ряду неконтролируемых внешних воздействий. Кроме того, сложно определить «предел» или границу климатической системы. Что входит в нее, а что уже нет? Солнце, очевидно, не относится к климатической системе, а атмосфера Земли, разумеется, относится. А как быть с растениями и людьми?

При анализе эмпирических данных встает уже упомянутый вопрос их пространственной и временной репрезентативности. Наблюдения во всех регионах Земли начали проводиться около ста лет назад, но большие территориальные лакуны сохранились до сих пор. Так, например, нет данных о Южном океане; на протяжении многих лет отсутствовало судоходство во многих районах Тихого океана. Относительно полные базы данных, основанные на качественных наблюдениях и имеющие высокое пространственное разрешение, стали создаваться около 20 лет назад, когда для этих целей начали использовать спутники. Для описания климатических колебаний с характерной периодичностью с интервалом в несколько декад этих данных, разумеется, недостаточно.

Помимо инструментальных данных, собиравшихся на протяжении более 100 лет метеорологическими и океанографическими службами, существуют еще косвенные данные, как, например, уже упоминавшиеся ледяные керны. Толщина годовых колец на деревьях и характеристики осадочных отложений также информируют о климатических колебаниях, имевших место в прошлом. Расчет таких величин, как толщина годовых колец или изотопный состав известняковых отложений в океане, отнюдь не тривиален и довольно точен. Специалисты могут почерпнуть из такого рода данных

---

<sup>1</sup> *Hasselmann K. Stochastic climate models. Part I. Theory // Tellus 28. 1976. P. 473–485.*

разнообразную информацию о климатических колебаниях с интервалом в несколько сотен, тысяч и даже миллионов лет<sup>1</sup>.

Климатические модели – это сложные математические воплощения наших теоретических представлений о функционировании и взаимозависимости различных составляющих климата<sup>2</sup>. Это математическое приближение к фактической климатической системе. Лучше всего в моделях отражены такие составляющие климата, как атмосфера и океан, так как важная часть динамики, а именно гидродинамика<sup>3</sup>, полностью изучена, по крайней мере, в общих чертах. Это существенно упрощает описание атмосферы и океана. Впрочем, речь здесь идет о нелинейной гидродинамике, так что все пространственные шкалы оказываются взаимосвязанными.

Поскольку эти уравнения не могут быть решены аналитическим путем, ученые прибегают к методу математического приближения, т. е. в уравнениях дифференциальные операторы заменяются разностными операторами, а полное фазовое пространство аппроксимируется на конечномерном подпространстве. Из-за нелинейности системы это ограничение всего фазового пространства «значимой частью» неизбежно приводит к предположительно небольшой, но все же погрешности.

Итак, если гидродинамика пусть не безупречно, но, тем не менее, адекватно представлена в модели, моделирование необратимых термодинамических процессов (например, процессов смешения) более проблематично. Обычно эти процессы понятны при работе с малыми или минимальными пространственными шкалами. Однако в климатических моделях пространственные шкалы с минимальным разрешением на несколько порядков больше микрофизических шкал необратимых процессов. Приведем пример: взаимодействие между излучением и жидкой водой в облаках зависит от капельной части. Для климатической модели капельная часть важна не сама по себе, а важно ее воздействие на переменные атмосферной циркуляции. Такие процессы «параметризуются» в климатических моделях, т. е. оценивается их воздействие на переменные макро-

---

<sup>1</sup> См. также: *van Andel T.* New Views on an Old Planet. A History of Global Change. Cambridge: Cambridge University Press, 1994; *Crowly T. J., North G. R.* Paleoclimatology. Oxford University Press: New York, 1991. P. 330 и далее.

<sup>2</sup> Ср. *Müller P., von Storch H.* Computer Modelling in Atmospheric and Oceanic Sciences – Building Knowledge. Springer Verlag Berlin–Heidelberg–New York, 2004.

<sup>3</sup> Гидродинамика описывает течение жидкости в условиях соблюдения законов сохранения массы, энергии и импульса.

климатического состояния. Эта параметризация проводится таким образом, чтобы полученные параметры не противоречили базовым физическим законам, соотносились с результатами инструментальных наблюдений и, самое главное, способствовали наилучшей симуляции глобального климата в климатической модели. В этом смысле любая параметризация оптимизируется таким образом, чтобы она отражала состояние климата на данный момент. В этом случае, коль скоро речь идет о небольших – в физическом масштабе – изменениях, можно надеяться, что проведенные параметризации будут работать и в случае незначительных изменений климата.

Способность климатических моделей отображать изменчивость климата можно проверить лишь условно. Один из возможных вариантов – это проверка того, насколько адекватно климатические модели отражают годовой ход. Возможность прогнозирования погоды и феномена Эль-Ниньо также свидетельствует о достоверности моделируемых показателей. Тем не менее, пока нельзя с уверенностью утверждать, что модели способны учитывать низкочастотную естественную вариабельность.

Климатические модели имеют первостепенное значение в климатологии. Это связано не только с их способностью создавать «сценарии» дальнейшего развития климатических процессов, о чем пойдет речь в следующем разделе, но прежде всего с тем, что с их помощью можно конструировать «виртуальную, управляемую реальность», где возможны целенаправленные (мысленные) эксперименты. В отличие от реальности, климатические модели представляют собой закрытые системы (хотя это отклонение от реальных условий может быть проблематичным) и в принципе могут рассчитываться сколь угодно часто и сколь угодно долго. Здесь, как и в классической физике, возможно несколько статически эквивалентных реализаций. С помощью климатических моделей можно проводить эксперименты, например, с целью определения того, какую роль играют перистые облака в общей климатической ситуации или как влияют осадки, связанные со штормами в северной Атлантике, на термическую компоненту океанической циркуляции.

Как и природная система климата, климатические модели, без каких-либо изменений во внешних импульсах, например, в солнечном излучении, сами порождают изменчивость на всех временных шкалах. За исключением дневного и годового хода, эта изменчивость не периодична. Она имеет статистический характер, и поэтому прогнозы в моделируемой реальности возможны только на небольшой промежуток времени (при условии, что по-

грешность в описании начальных состояний минимальна). И хотя пространственно-временные характеристики этой изменчивости не могут быть строго верифицированы на основе результатов наблюдений, можно в целом определить, совпадают ли полученные модельные данные с наблюдениями, а также выяснить динамический характер изменчивости. Таким образом можно, например, оценить стабильность Гольфстрима, понять природу североатлантического колебания, и так далее.

Однако успешность климатических моделей в имитации деталей зависит от их пространственного масштаба. В соответствии с пространственной градацией, о которой мы говорили выше, модели большего пространственного масштаба более успешны. С другой стороны, для небольших пространств часто удается лучше симулировать детали.

#### **4.3. Экскурс: Кому будет принадлежать погода в 2025 году?**

Пару лет назад, после одного нашего совместного доклада об антропогенном изменении климата к нам подошел один из слушателей и рассказал нам об исследованиях американских ВВС. Результаты этих исследований были опубликованы в 1996 году, но с тех пор так и не привлекли внимание общественности. На сегодняшний день не осталось даже прямой ссылки на Интернет-сайт этого проекта<sup>1</sup>. Основной вывод американских исследователей был прост: кто контролирует погоду, контролирует мир.

В 1977 году Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию, запрещающую враждебное использование средств воздействия на природную среду. Возникшая на этой основе Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (ENMOD)<sup>2</sup> обязывает государства-участников, в числе которых Соединенные Штаты Америки и бывший Советский Союз, отказаться от любого военного и

---

<sup>1</sup> Отчет, написанный полковником Тэмзи Дж. Хаузом и его коллегами для ВВС США, «Погода как фактор повышения боевой готовности: кому будет принадлежать погода в 2025 году», в настоящий момент можно найти на сайте: <http://csat.au.af.mil/2025/volume3/vol3ch15.pdf>

<sup>2</sup> Текст соглашения ENMOD можно найти на сайте: <http://disarmament.un.org/treatystatus.nsf/44e6eeabc9436b78852568770078d9c0/42d4029f2edc8bfd852568770079dd99>

враждебного воздействия на погоду, если оно может иметь далеко идущие, продолжительные и серьезные последствия для экономики и общества<sup>1</sup>.

Идея изменения погоды в тактических целях всегда была популярна в военных кругах. В исследовании 1996 года семь американских военных офицеров в очередной раз заявили о том, что погоду можно использовать в качестве оружия. Перед ними стояла задача убедиться в том, что в 2025 году США будут занимать господствующее положение в космосе и воздушном пространстве. Полученные результаты подталкивают к выводу о том, что американские ВВС смогут контролировать погоду и «распоряжаться» ею. Этот вывод мог бы стимулировать развитие новых технологий, которые, если верить исследователям, позволят «воинам будущего» контролировать ход военных конфликтов.

Основная идея здесь связана с изменением погоды в целях усиления или смягчения природных катастроф. Если довести эту мысль до логического предела, то эксперименты в этой области могут привести к конструированию абсолютно новых катастроф (погода на заказ) и к манипуляциям мировым климатом.

Отчасти для того, чтобы избежать конфликтов с конвенцией ENMOD, авторы данного исследования сосредоточились на изучении воздействия на метеорологические процессы на территории, не превышающей по площади 2000 км<sup>2</sup>. Когда авторы исследования говорят о той же дилемме, что стояла перед пионерами ядерных испытаний, становится понятно, как много поставлено на карту в этой игре. Авторы подчеркивают, что от влияния на погоду в военных целях отказывается только тот, кто готов добровольно сдаться противнику.

Особые операции по ограничению свободы действия врага и улучшению собственных позиций включают в себя воздействие на осадки, бури и туман. Контроль над ионосферой также способен обеспечить господство в глобальной коммуникации. Тем не менее, в исследовательском отчете ничего не говорится о контроле над температурой.

В отчете можно прочесть и о том, как именно воздействие на погоду может предрешить исход военных столкновений. Приводится следующий сценарий: действие происходит в 2025 году; южноамериканский наркокартель приобрел несколько сотен русских

---

<sup>1</sup> Ср. также: *Ponte L. The Cooling*. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs., N.Y., 1976.

# Collier's



Рис. 22. Планы воздействия на погоду не только в мирных, но и в военных целях достигли первого пика популярности в 1950-х годах после публикации научных работ на эту тему

и китайских военных самолетов. До сих пор наркобаронам удалось защитить свои производственные базы. Картель контролирует ситуацию в воздухе и на каждый американский военный самолет может выслать десять своих самолетов. Кроме того, наркокартель имеет в своем распоряжении современную систему ПВО, купленную во Франции. Несмотря на все это, американские вооруженные силы хотят атаковать врага.

Решающую роль здесь играют метеорологи ВВС. Они делают так, чтобы над приэкваториальными районами в Южной Америке почти каждый вечер разражалась гроза. Американской разведке из-

вестно, что пилоты картеля очень неохотно летают в грозу. В связи с этим командование метеослужбы ВВС не только прогнозирует, но и фактически вызывает или усиливает грозы там, где это необходимо. А поскольку американские ВВС летают при любой погоде, они могут контролировать воздушное пространство над территорией противника. Кроме того, велика вероятность того, что ВВС в 2025 году будут регулярно использовать беспилотные летательные аппараты для воздействия на погоду.

Данные операции будут основаны на высоких комплексных технологиях сбора данных, метеопрогнозирования и воздействия на погоду. Беспилотные ЛА смогут разносить перистые облака над территорией развертывания и перемещения войск. Это не только ухудшает видимость с земли, но и препятствует применению инфракрасной аппаратуры. В то время как микроволновые нагреватели создают локальные зоны деструктивной интерференции, в которых затруднено использование управляемой радарными техникой, природная гроза усиливается искусственными методами. Все это является частью военной стратегии. Таким образом, систематическое воздействие на погоду может стать частью мощного, точного и действующего во всех регионах Земли оружия. Оно может применяться во всех возможных конфликтах. Погода не просто вездесуща — она может стать самым безжалостным врагом. Как видно из этого документа, погода способна предрешить исход конфликта.

Систематические попытки повлиять на погоду при помощи технических средств предпринимаются уже очень давно, однако до сих пор они не увенчались успехом. Это касается, в частности, стремления человека контролировать осадки в засушливых регионах. Правда, люди научились в определенных ситуациях вызывать дождь. Однако эти ситуации редки и с трудом поддаются контролю в силу комплексности метеосистем.

Авторы исследования американских ВВС отдают себе отчет во влиянии всех этих факторов. В связи с этим они говорят о важности скорейшего понимания всех тех параметров, которые оказывают влияние на погоду. Они уверены, что к 2025 году люди смогут выявить и параметризовать все важнейшие факторы метеоситуации. В отчете о результатах исследования говорится также о необходимости серьезного технологического развития для того, чтобы микрометеорология стала технически обоснованной и прикладной дисциплиной. Нынешнее положение вещей таково, что реализация идей, изложенных в данной работе, представляется утопичной и крайне дорогостоящей.

Тем не менее, большое значение погоды для растущего населения земного шара может служить достаточным основанием для выделения средств, необходимых для исследования погоды. В заключение отметим, что к 2025 году человечество, возможно, перейдет от планирования к реализации эффективного управления погодой, коль скоро значимость этого процесса для военных целей очевидна.

#### 4.4. Антропогенное изменение климата

Мировой климат в значительной степени определяется поступлением и распределением солнечной радиации и ее балансом в масштабе планеты. Мы уже говорили об этом балансе в разделе 3.2. и сейчас лишь более подробно объясним его с помощью рисунка 23. Речь пойдет о том, как природные процессы и человеческая деятельность могут изменить радиационный баланс.

Сначала верхнего слоя земной атмосферы достигает солнечная энергия  $E$ , которая на сегодняшний день равняется  $342 \text{ Вт/м}^2$ . Эта энергия поступает в виде коротковолнового излучения. Часть этой энергии в виде длинноволнового излучения отсылается обратно в космос. Облака, льды и земная поверхность частично отражают это излучение. В среднем по планете доля отражаемой энергии равна  $\alpha = 0.30$ . Эта доля носит название альбедо. Остальные 70% радиации в основном поглощаются различными поверхностями Земли, т. е. сушей и океаном, что приводит к повышению температуры. С другой стороны, согласно закону Стефана-Больцмана, от поверхностей Земли исходит длинноволновое излучение  $A$ , причем пропорционально температуре в четвертой степени. Таким образом, чем выше температура поверхности Земли, тем больше длинноволновое излучение. На своем пути в космос оно сталкивается с атмосферными газами, которые отчасти поглощают его и затем излучают во всех направлениях. В итоге часть энергии снова возвращается на поверхность Земли, которая снова ее отражает. Нагретый воздух снова излучает длинноволновую (тепловую) радиацию, часть которой  $\beta A$  возвращается к земной поверхности и снова излучается ею.

В итоге на поверхности Земли устанавливается такая температура, при которой уходящее в космос длинноволновое излучение  $(1-\beta) A$  в точности соответствует притоку неотраженной коротковолновой радиации  $(1-\alpha) E$ . В пояснении к схеме это условие вы-



ражено так:  $(1-\beta) A = (1-\alpha) E$ . Фактически дела обстоят несколько сложнее, поскольку поверхность Земли теряет энергию также через восходящие потоки тепла и влаги. Если земная поверхность теплее воздуха, то воздух нагревается за счет поверхности. Впрочем, это ничего не меняет в общей картине парникового эффекта.

Если бы Земля не имела атмосферы, то, исходя из радиационного баланса со значительно меньшим  $\alpha$  (отсутствие облаков) и  $\beta=0$ , средняя температура на Земле составляла бы около  $-10^\circ\text{C}$ . С учетом атмосферы мы получаем близкую к действительности величину  $+15^\circ\text{C}$ .

На основе этой упрощенной схемы можно выделить ряд возможных систематических изменений климата.

1) Во-первых, может измениться солнечная энергия  $E$ . По всей вероятности, такие случаи имели место в реальной истории Земли. За несколько миллиардов лет солнечная активность заметно возросла. Тот факт, что за изменением солнечной активности не последовало соответствующего резкого изменения температуры, предположительно связан с одновременным изменением химического состава атмосферы Земли, результатом которого стало увеличение  $\beta$  (см. 4).



Рис.к 23. Схема радиационного баланса

2) Кроме того, на температуру влияет доля отражаемого излучения, т. е. альbedo  $\alpha$ . Повышение альbedo приводит к понижению температуры. В связи с этим высказывались предложения компенсировать ожидаемое антропогенное повышение температур путем установки больших зеркал на околоземную орбиту для того, чтобы усилить отражение поступающей солнечной радиации. Изменение площади заснеженных территорий и облачности также имеет непосредственное влияние на величину альbedo.

3) Характеристики земной поверхности влияют как на земное излучение, так и на восходящие потоки тепла и влаги. Изменение свойств земной поверхности отражается на потере энергии. К таким изменениям относятся вырубка лесов или асфальтирование земной поверхности в городах. В XIX веке опасения такого рода находились в центре общественной дискуссии.

4) Способность земной атмосферы улавливать длинноволновое излучение зависит от ее химического состава. Повышенная концентрация абсорбирующих веществ в атмосфере приводит к увеличению температуры. К таким веществам относятся водяной пар, углекислый газ, а также хлорфторуглероды, метан и оксиды азота. За всю историю Земли состав атмосферы сильно изменился, компенсируя упомянутый выше рост солнечной активности.

Джеймсом Лавлоком (род. в 1919 г.) была сформулирована «гипотеза Геи», согласно которой биосфера Земли активно реагирует на изменения природной среды (вызванные, например, изменением солнечной активности), и только благодаря этому на Земле продолжается жизнь.

Человек начал вмешиваться в климатические процессы земной поверхности еще в эпоху неолита. Вырубка леса и превращение Европы в сельскохозяйственный регион привело к изменению климата, по крайней мере, в европейской части Земли. В современной терминологии это называлось бы (непреднамеренным) экспериментом по изменению климата (третий механизм – изменение земного ландшафта).

Иоганн Готфрид Гердер еще в 1794 году наглядно и убедительно описал воздействие человека на климат на ранних этапах человеческой истории: «С тех пор как он [человек] украл у богов огонь и научился обрабатывать железо, с тех пор как он подчинил себе животных и своих собственных собратьев и стал выращивать животных и растения себе на пользу, он [способствовал] изменению [климата]. Прежде Европа была влажным лесом, равно как и другие

возделанные ныне края. Сейчас она раскорчевана, и с климатом изменились и сами обитатели... Таким образом, мы можем смотреть на род человеческий как на сообщество смелых, хотя и невысоких богатырей, которые спустились с гор, подчинили себе землю и своими руками изменили климат. Как далеко они способны зайти в этом, покажет будущее».

В Северной Америке также был проведен подобный эксперимент: в пашни были превращены прерии (на Среднем Западе), обширные леса (на Востоке) и болотистые почвы (во Флориде). В этом случае у нас тоже нет возможности описать и проанализировать изменения при помощи инструментальных данных, однако эксперименты на климатических моделях дают основания полагать, что трансформации климата в данном случае ограничиваются только возделанным регионом.

Сегодня общественность обеспокоена двумя процессами: продолжающейся вырубкой тропических лесов и «дополнительным парниковым эффектом». Мы сосредоточимся на втором процессе и оставим пока в стороне уничтожение тропических лесов.

Парниковый эффект относится к четвертой категории возможных причин изменения климата, т. е. речь здесь идет об изменении химического состава атмосферы Земли. Как уже было сказано выше, в атмосфере Земли должна содержаться определенная доля «радиоактивных газов», чтобы на Земле поддерживалась пригодная для жизни температура. В настоящее время проблема заключается в том, что концентрация радиоактивных газов резко возросла из-за деятельности человека и прежде всего в результате интенсивного сжигания ископаемого топлива. Вполне вероятно, что за несколько десятилетий концентрация диоксида углерода увеличится вдвое. В последнее время также возросли выбросы метана в атмосферу. Поступающий в атмосферу метан образуется на рисовых полях, продуцируется сельскохозяйственными животными, в частности, коровами, а также выделяется в процессе переработки и транспортировки природного газа. Повышение температуры, вызванное антропогенными эмиссиями такого рода, создает «дополнительный парниковый эффект», который не следует путать с естественным, необходимым для жизни парниковым эффектом. Без  $\text{CO}_2$  невозможен фотосинтез, необходимый растительному миру. Так что не имеет смысла называть углекислый газ «убийцей климата» или изготавливать значки с надписями « $\text{CO}_2$  – спасибо, не надо!».

Если в будущем выбросы углекислого газа, метана и т. д. не будут ограничены, к концу XXI-го века можно ожидать повышения глобальной температуры воздуха на 1–4 °С по сравнению со средней температурой в 1960–1990-е годы. Одновременно с этим возможны изменения в распределении осадков, а также повышение уровня моря на несколько дециметров. Ожидаемые изменения произойдут не за один день, а будут развиваться постепенно. Завершатся они лишь через несколько десятилетий после прекращения или стабилизации антропогенных выбросов. Все предположения относительно региональных особенностей изменений крайне неопределенны.

В последнее время в СМИ часто высказываются опасения в связи с возможностью таяния полярных шапок<sup>1</sup> и повышения уровня моря на несколько метров. Предположение о том, что ледниковый шельф в Западной Антарктиде может растаять, что, в свою очередь, приведет к повышению уровня воды на шесть метров, высказывалось отдельными учеными еще в 1970-х годах. Сегодня под этим заявлением не подписался бы ни один серьезный климатолог, но, несмотря на это, данный сценарий входит в стандартный набор «страшилок» от представителей СМИ и экологических организаций. Ученые, наоборот, считают возможным увеличение ледяных шапок в Гренландии и Антарктике в связи с возможным увеличением количества осадков. Осадки превращаются в лед независимо от того, выпадают они при температуре – 30° или – 25 °С.

Эти ожидания подкреплены в том числе симуляциями климатических процессов на упомянутых выше моделях. В модели климатической системы химический состав атмосферы Земли подвергается постоянным изменениям. При этом обычно исходят из повышения выброса CO<sub>2</sub> на 1% в год. Это допущение основывается на прогнозах экспертов-экономистов. Впрочем, его оправданность вызывает сомнение ввиду того, что процессы, происходящие в мировой экономике, непостоянны и с трудом поддаются прогнозированию на длительные периоды времени. Иногда симуляция климатических изменений проводится для случая уменьшения выбросов, их стабилизации к определенному моменту времени в будущем или сокращения до уровня прошлых лет. Во всех случаях расчеты свидетель-

---

<sup>1</sup> Собственно, о полярных ледяных шапках можно говорить только применительно к Гренландии и Антарктике, но никак не к ледниковым покровам Северного полюса, поскольку это уже плавающие в воде ледниковые массы, таяние которых не отразится на уровне моря.

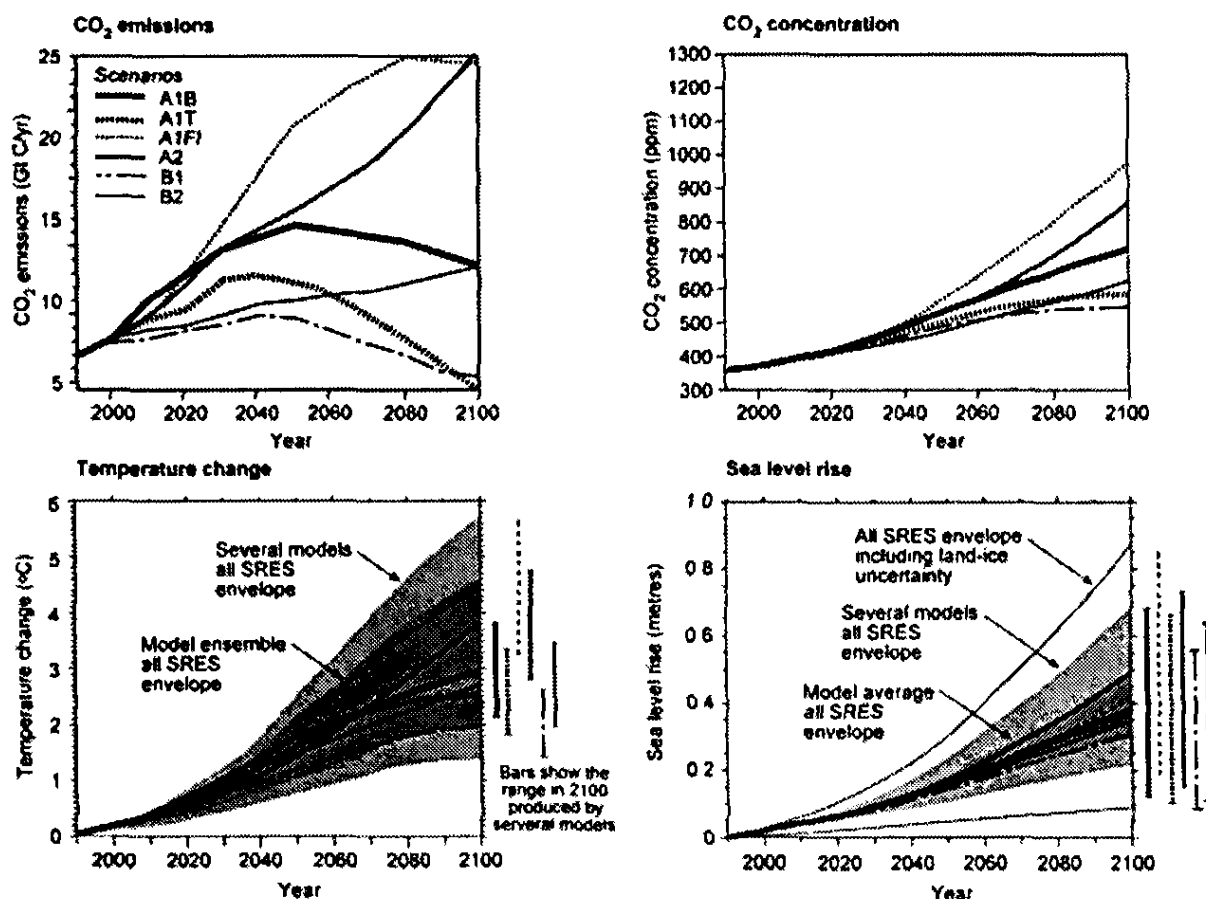


Рис. 24. Прогнозируемый МГЭИК сценарий возможных, непротиворечивых с точки зрения физики изменений выбросов углекислого газа, концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере, температуры у поверхности Земли и уровня моря.

Пунктирные линии указывают на неопределенные масштабы.

Источник: Третий оценочный отчет МГЭИК (2001)

ствуют о том, что простая стабилизация выбросов на сегодняшнем уровне лишь через несколько десятилетий приведет к стабилизации температуры на более высоком уровне. Возврат к нынешнему уровню температуры, согласно этим расчетам, будет возможен только в случае существенного сокращения выбросов. На рисунке 24 показаны гипотетические сценарии развития эмиссий и рассчитанные при помощи климатических моделей «реакции» в виде изменения концентрация  $\text{CO}_2$ , температуры воздуха и среднего уровня моря. Эти результаты были опубликованы МГЭИК в третьем отчете<sup>1</sup> о работе нескольких исследовательских групп и моделей.

Прежде чем начать обсуждение рисунка 24, необходимо дать несколько комментариев:

<sup>1</sup> Результаты МГЭИК по этим темам практически не изменились с 2001 года, что можно видеть даже при сравнении с уже опубликованным четвертым отчетом.

Показатели выбросов вредных газов в атмосферу – это возможные сценарии. Они могут рассматриваться как обоснованные и вполне вероятные, но в действительности могут и отличаться от прогнозируемых. Идея состояла в том, чтобы описать спектр возможностей для разных вариантов развития, чтобы показать обществу перспективы и допустимые выборы. Как будет объяснено ниже, эти сценарии зависят от множества условий, которые невозможно предсказать (т. е. невозможно дать спецификацию вероятного будущего в настоящее время).

Второй комментарий касается неопределенности: описание температуры и уровня моря в будущем – это всего лишь возможные сценарии. Они обоснованы, вероятны и предполагают внутреннюю надежность<sup>1</sup>, однако будущее совершенно не обязательно будет именно таким. Это не предсказания в узком смысле слова. Сценарии зависят от предполагаемых значений выбросов, т. е. это технически «обусловленные прогнозы», отличающиеся от предсказаний в общепринятом смысле слова. В некоторых регионах по-прежнему используется это неудачное понятие «предсказание», но в целом следует избегать такой небрежности в терминологии.

Тенденции изменения выбросов для нескольких последующих десятилетий выглядят совершенно иначе. Любопытно, что концентрация парниковых газов в атмосфере варьируется очень незначительно. Так же незначительны колебания температуры и уровня моря. Приблизительно до 2040 года в изменениях температуры и уровня моря наблюдаются одни и те же тенденции.

Чтобы предотвратить прогнозируемое повышение температуры и уровня моря, необходимо резко снизить выбросы.

В дальнейшем мы более подробно рассмотрим сценарии эмиссий парниковых газов, чтобы читатель получил представление о том, какие темы затрагивались при их разработке. Наиболее значимые сценарии были опубликованы в Специальном отчете об эмиссионных сценариях (SRES)<sup>2</sup>, подготовленном экономистами и экспер-

---

<sup>1</sup> Под «внутренней надежностью» понимается отнюдь не тривиальное условие. Фильм «Послезавтра» был воспринят многими как вероятный сценарий развития. Однако там изображено будущее, которое физически невозможно. Это всего лишь киноистория: или в ее основе лежит недостаточно проработанный сценарий, или она предназначена исключительно для развлечения зрителя.

<sup>2</sup> SRES (Special Report on Emissions Scenarios): <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission>. См. также: Tol R. S. J. Economic scenarios for Global Change // von Storch H., Tol R. S. J., Flöser G. (Eds.) Environmental Crisis. Science and Policy. Springer Verlag, 2008. P. 142 и далее.

тами в области социальных наук для Третьего оценочного отчета МГЭИК. В нем нашли отражение различные сценарии (или группы сценариев) выбросов парниковых газов, концентрации взвешенных веществ в воздухе (фреонов) и изменения землепользования.

(A1) Стремительный экономический рост и быстрое внедрение новых, эффективных технологий.

(A2) Многообразный мир при доминировании семейных ценностей и региональных традиций.

(B1) «Дематериализованный» мир и внедрение чистых технологий.

(B2) Высокая значимость региональных решений для устойчивого экономического развития.

В сценариях не предполагается четкое правовое регулирование с целью предотвращения изменения климата. Авторы подчеркивают, что «группа экспертов, работавших над SRES, не вынесла суждения о желательности или вероятности» тех или иных сценариев.

В последнее время ученые в основном используют сценарии A2 и B2, поэтому мы подробнее остановимся на социально-экономическом контексте этих сценариев<sup>1</sup>:

В SRES сценарий A2 описан так: «... [для него] характерны слабый товарный поток, относительно медленный оборот инвестиций и низкий темп технологических изменений. Мир “консолидируется” в ряд экономических регионов. Для этого сценария характерна также автономность в обеспечении ресурсами и второстепенная роль экономических, социальных и культурных взаимодействий. Экономический рост неравномерный, сохраняется разрыв между доходами в развитых промышленных и развивающихся регионах. Люди, идеи и капитал менее мобильны, так что технологии тоже распространяются медленнее. Сохраняются и увеличиваются в абсолютном выражении различия в производительности стран, а, следовательно, в доходе на душу населения. Ввиду значимости семейной и общественной жизни показатели рождаемости снижаются сравнительно медленно, вследствие чего численность населения достигает своего максимума (15 млрд. к 2100 году). Технологическое развитие еще более многообразное. Регионы, богатые энергетическими и минеральными ресурсами, формируют более ресурсоемкие экономики,

<sup>1</sup> Обзор остальных сценариев см. в: Müller P., von Storch H. Computer Modelling in Atmospheric and Oceanic Sciences – Building Knowledge. Springer Verlag Berlin–Heidelberg–New York, 2004.



тогда как страны с недостаточными ресурсами основное внимание уделяют минимизации зависимости от импорта. Это достигается за счет технических инноваций в области эффективного использования ресурсов и изыскания альтернативных видов сырья. Доля расходов на энергию в ВВП постепенно сокращается на 0,5–0,7% в год. Социальные и политические структуры варьируются в зависимости от страны: одни регионы развиваются в направлении систем всеобщего благоденствия и сокращения разницы в доходах, в то время как другие идут по пути „более экономного“ управления и менее равномерного распределения доходов. Ввиду потребности в продовольствии производительность сельского хозяйства оказывается в центре внимания инновационной и исследовательской деятельности и приобретает большое значение для экологии. Глобальные экологические инициативы развиты довольно слабо».

В сценарии В2 читаем: «Все больше внимания уделяется экологии и общественной стабильности. Усиливается влияние гражданских экологических инициатив на законодательство и предпринимательские стратегии на национальном и региональном уровнях, наблюдается тенденция к росту автономии регионов и самостоятельности социальных общностей. Приоритетными направлениями развития становятся солидарность между людьми, равенство и защита окружающей среды. Для достижения этих целей коллективные социальные решения соединяются с техническими возможностями. Во всем мире реализуются программы социального обеспечения и образования, в результате чего сокращаются показатели смертности и рождаемости. Численность населения Земли к 2100 году достигает 10 000 млрд. Возрастает доход на душу населения. Высокий уровень образования способствует росту интереса к защите окружающей среды. Экология является одним из немногих действительно общих приоритетов на международном уровне. Тем не менее, стратегии решения экологических проблем на глобальном уровне менее успешны по сравнению с региональными стратегиями и подходами к этим вопросам. Правительства формируют сложную систему развития и реализации глобальных стратегий по защите окружающей среды. Управление землепользованием становится более интегрированным на региональном уровне. Городская инфраструктура и транспорт становятся главным аспектом инновационных форм совместной жизни людей. За счет этого обеспечивается меньшая зависимость от автомашин и сдерживание роста густо-



населенных мегаполисов. Стремление к автономии в обеспечении продовольствием приводит к переходу на региональные продукты и уменьшению потребления мяса в странах с высокой плотностью населения. Энергоснабжение по-разному организовано в разных регионах. Требования более эффективного использования энергии и других ресурсов стимулируют развитие безуглеродных технологий в отдельных регионах. Тем не менее, энергообеспечение во всем мире по-прежнему базируется в основном на использовании углеродосодержащего сырья. Снижение доли ископаемого топлива происходит очень постепенно».

Ожидаемые выбросы фреонов и парниковых газов в атмосферу выводятся из этих допущений и описаний. На рисунке 24 показан сценарий изменения концентрации CO<sub>2</sub> (типичного парникового газа, в миллиардах тонн в год) по оценкам SRES.

Сценарии SRES не встретили единодушного признания всего научного сообщества. Некоторые исследователи находят в них внутренние противоречия<sup>1</sup>. В качестве ключевого аргумента против сценариев SRES приводится то обстоятельство, что ожидаемый экономический рост в разных регионах мира основывается на действующих вексельных курсах, а не на паритете покупательной способности (ППС)<sup>2</sup>. Другой аспект критики направлен на содержащееся в сценариях допущение об уменьшении разницы в доходах между развитыми и развивающимися странами к концу XXI-го века. Это допущение, с точки зрения критиков, приводит к завышению ожидаемых выбросов.

Конечно, главный вопрос заключается в том, можно ли уже сегодня наблюдать первые фактические признаки ожидаемого глобального изменения климата. В общественной дискуссии этот вопрос нередко сводится к интерпретации непродолжительных явлений и событий вроде нескольких теплых летних сезонов подряд или серии разрушительных ураганов. В действительности такие события являются «нормой» в контексте естественных вариаций

---

<sup>1</sup> См., например: *Tol R. S. J. Exchange rates and climate change: An application of FUND. Climatic Change, 2007*, а также: House of Lords, Select Committee on Economic Affairs. *The Economics of Climate Change. Volume I: Report, 2<sup>nd</sup> Report of Session 2005–2006*, Authority of the House of Lords. London, UK; The Stationery Office Limited, HL Paper 12-1 ([http://www. publications.parliament. uk/pa/ld/ldeconaf.htm#evid](http://www.publications.parliament.uk/pa/ld/ldeconaf.htm#evid)).

<sup>2</sup> Общую критику социальной динамики, скрывающейся за этими процессами, см. в: *Kellow A. Science and Public Policy*. Edgar Elgar Publishing, 2007. P. 218 и далее.

климата. В отдельных районах выпадение рекордного количества осадков, бури или экстремальные морозы случаются редко, однако это не означает, что вероятность наступления подобных экстремальных событий где-то на Земле крайне мала. Точно так же вероятность того, что какой-то конкретный человек на следующей неделе угадает все шесть цифр в лото, мала; однако вероятность того, что кто-то вообще угадает все шесть цифр, равна почти 100%.

С уверенностью утверждать об «обнаружении» антропогенного изменения климата можно только на основе продолжительных рядов эмпирических данных, т. е. наблюдений на протяжении нескольких десятилетий. Эти долгосрочные наблюдения необходимы для того, чтобы можно было различать «норму» и «аномалию». Чтобы можно было говорить об антропогенном изменении климата, обнаруженное изменение должно быть либо больше в пространственном выражении, либо носить совершенно иной характер по сравнению с соответствующими изменениями, вызванными естественными причинами. Если посмотреть на рисунок 8, где отображена статистика ущерба от ураганов на североамериканском побережье за последние 30 лет, то можно увидеть, что показатель разрушительности ураганов постоянно возрастает. Однако если сравнить эти данные с (гомогенизированными) данными об ущербе от ураганов в начале XX века, то мы увидим, что данное явление имело те же масштабы, что и в последние 30 лет. Таким образом, для суждения о нормальности или отклонении от нормы данных за тридцать лет недостаточно. Многие сообщения о систематических изменениях основываются на недопустимых обобщениях данных за слишком короткий период времени. По одной этой причине данные, полученные через спутник, как правило, непригодны для выявления глобальных климатических изменений.

Кроме того, ряды данных должны быть однородными, т. е. зафиксированные в них изменения должны основываться на изменениях в окружающей среде, а не в технике наблюдения. Далее, они должны быть репрезентативны для анализируемой области на протяжении всего периода наблюдения. Данные по ураганам на рисунке 5 неоднородны, поскольку отображают не изменения частоты ураганов, а различия в скорости ветра в разных районах Гамбурга. То же самое касается и данных, полученных через спутник, так как они довольно часто фиксируют искусственные тенденции в силу того, что орбита спутника меняется постепенно, а при замене старых спутников на новые наблюдаются скачкообразные из-

менения. В этом смысле температурные ряды для Шербрука тоже непригодны — из-за скачкообразного изменения данных и из-за эффекта города. По этим причинам многие эмпирические данные не могут быть использованы для анализа актуального климатического тренда. По сути, обязательным требованиям удовлетворяют только временные ряды температуры воздуха над сушей и над морем (измеряемой на кораблях и метеорологических станциях на суше), а также временные ряды атмосферного давления.

Анализ глобальных температур действительно показывает, что на протяжении около ста лет температура воздуха постоянно — с небольшими перерывами — повышалась. Последние тридцать лет территориальное распределение этого тренда совпадало с прогнозами, сделанными при помощи климатических моделей. Данный тренд сильнее всех остальных трендов, выявленных на основе наблюдений. Кроме того, он сильнее температурных трендов в климатических симуляциях без повышения концентрации парниковых газов. Если рассмотреть все наблюдаемые и симулируемые тренды с точки зрения вероятности, то можно заметить, что вероятность наступления наблюдаемого в последнее время тренда без причинно-следственной взаимосвязи с изменением химического состава атмосферы Земли не превышает 5%<sup>1</sup>. На языке статистики это означает, что уровень значимости этой переменной равен 95%. При определении уровня значимости всегда необходимо помнить одну важную оговорку: «при условии, что оценка естественной вариабельности верна». К слову, в некоторых СМИ уровень значимости, равный 95%, превратился в абсурдные высказывания вроде того, что «потепление на 95% обусловлено антропогенным воздействием».

С конца 1980-х годов МГЭИК, куда вошли признанные эксперты в области климатических исследований, обобщила результаты исследований на тему антропогенного изменения климата в четырех подробных докладах (1990, 1992, 1995 и 2007). Был признан бесспорным тот факт, что концентрация радиоактивных газов резко возросла с момента начала индустриализации. Ожидаемые последствия повышенной концентрации можно выяснить только с

---

<sup>1</sup> Это высказывание не совсем точное: точнее было бы сказать «без воздействия внешних факторов». Естественные процессы, возможно, не ведут к изменениям температурной модели. Наиболее вероятной причиной повышения температуры является внешний фактор, а именно изменение химического состава атмосферы Земли.

помощью климатических моделей, так как период наблюдений был слишком коротким, полученные данные слишком неоднородными, а погрешности слишком значительными ввиду естественной вариабельности климата. Недавнее повышение приземной температуры, усредненное для больших регионов и временных периодов в несколько лет, само по себе представляется весьма существенным, однако оно лишь очень незначительно отличается от повышения температуры в 1920–1930-е годы. Поэтому МГЭИК в 1990 г. приходит к осторожному выводу: «... Потепление в общем и целом соответствует прогнозам, сделанным при помощи климатических моделей, однако вместе с тем оно не выходит за рамки естественных климатических колебаний. Ввиду этого возможно, что наблюдаемое увеличение обусловлено главным образом имманентной вариабельностью климата ... Достоверные измерения парникового эффекта будут возможны лишь через десять лет или даже позже»<sup>1</sup>. В отчете за 1995 год это выражено еще более определенно: «... Сверка исходных данных указывает на очевидное влияние человека на глобальный климат»<sup>2</sup>.

В последнее время большинство ученых рассматривают антропогенное потепление как «доказанный факт». Самые элементарные рассуждения подводят нас к выводу о том, что сегодня мы являемся свидетелями таких процессов, которые были бы весьма маловероятны без антропогенного влияния. К моменту написания четвертого отчета МГЭИК в 2007 году у ученых в распоряжении были данные о средних глобальных температурах начиная с 1880 года, т. е. за 126 лет. При этом 13 самых теплых лет выпадали на последние 17 лет, т. е. имели место после 1990 года. Какой была бы вероятность подобного распределения, если бы внешние условия оставались прежними? Если исходить из того, что измерение средней глобальной температуры происходило при помощи независимых, статистически идентичных процедур, то вероятность подобного распределения была бы равна  $1,25 \times 10^{-14}$ . При правильном анализе имеющихся данных за более длительный период мы получим вероятность не более 0,1%<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Houghton J. L., Jenkins G. J., Ephraums J. J. (Eds.) Climate Change. The IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, 1990. P. 365 и далее.

<sup>2</sup> Houghton J. T., Meira Filho L. G., Callander B. A., Harris N., Kattenberg A., Maskell K. (Eds.) Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge University Press, 1996. P. 572 и далее.

<sup>3</sup> Zorita E., Stocker T. F., von Storch H. How unusual is the recent series of warm years? // Geophysical Research Letters. 2008. Nr. 35.

#### 4.5. Изменения климата как социальный конструкт

Обыденное понимание климата и климатических изменений до сих пор остается практически неизученным. Разумеется, это непростая задача, тем более что за легкостью, с которой мы используем в повседневной жизни эти понятия, скрывается сложный социальный процесс конструирования климата и погоды. Рутинный, самоочевидный характер обыденного употребления этих понятий подталкивает к выводу о том, что мы обладаем чем-то вроде «естественного», интуитивного понимания этих явлений.

Однако именно обыденность этих выражений создает некоторую двусмысленность и даже приводит к непониманию климата. Как бы то ни было, определенное понимание климата прочно укоренено в повседневной жизни. Разобраться в расхожих интерпретациях климатических условий было бы интересно не только в контексте изучения социального обращения с природными процессами, но и потому, что при определенных обстоятельствах это может дать нам важную информацию о том, как общественность реагирует на научные изыскания в сфере изучения климата и климатических изменений. Ведь в конечном итоге любая политика в области климата и любая реакция на нее зависят в том числе от обыденных представлений о климате.

В этой связи для нас может быть важным следующее замечание Эдуарда Брюкнера: «Осознание постоянства климата глубоко укоренено в народе и выражается в непоколебимой вере в то, что необычные метеоусловия в определенный сезон или год будут уравновешены в последующий сезон или год». Соответствует ли эта вера в нормальность или постоянство климата фактическим наблюдениям, это уже другой вопрос<sup>1</sup>.

Говоря об обыденных представлениях о климате, можно, по-видимому, утверждать, что в западных обществах, по крайней мере, начиная с эпохи Просвещения, буквально все полагали, что погода становится все хуже и хуже. Интересный пример в этой связи приводит швейцарская исследовательница Мартине Ребетец<sup>2</sup>. Речь в нем идет о «снежном Рождестве». Общеизвестно, что сегодня снег под Рождество — довольно редкое явление, хотя раньше в это время почти всегда был снег. Если проанализировать имеющиеся

<sup>1</sup> *Brückner E.* Klimaschwankungen seit 1700. Nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Wien: Hölzel, 1890. S. 2.

<sup>2</sup> *Rebetez M.* Public expectation as an element of human perception of climate change // *Climatic Change*. 1996. Nr. 32. P. 495–509.

результаты наблюдений, а госпожа Ребетец изучила данные нескольких метеостанций в Швейцарии, то в результате несложных расчетов мы приходим к выводу, что вероятность снежного покрова в рождественские дни, например, для Цюриха, составляет всего лишь 25% (или, другими словами, в среднем только на каждое четвертое Рождество выпадает снег). Для поселений, расположенных выше в горах, как, например, кантон Айнзидельн (850 м), вероятность превышает 80%, тогда как для Женевы (400 м) вероятность снежного Рождества составляет менее 20%. Любопытнее всего то, что эта вероятность не уменьшалась с течением времени. Если и были какие-то изменения, то только в обратную сторону: в последние несколько десятилетий снега стало даже больше. Таким образом, общепринятое представление о том, что вероятность рождественского снега мала, верно. Неверно восприятие этого как чего-то необычного. В конце декабря отсутствие снега в низинных районах – это скорее правило, нежели исключение.

В связи с этим встает вопрос, как могло возникнуть это общепринятое представление, согласно которому снег – неотъемлемый атрибут Рождества или, другими словами, «норма». Наши ожидания «снежного Рождества» отчетливо прослеживаются в рождественских поздравительных открытках, на которых, как правило, изображены заснеженные ландшафты. Но всегда ли в рождественских открытках был снег? На самых первых почтовых открытках, появившихся около 1860 года, Деда Морозы «работают» на чистых, не заснеженных крышах (рисунок 25). Лишь несколько лет спустя крыши на рождественских открытках покрываются снегом (рисунок 26). Сама традиция рассылать открытки на Рождество появилась, по всей видимости, в Англии – в стране, где на Рождество, как правило, снега нет. Оттуда она распространилась по всему миру, так что даже австралийские или гавайские отправители открыток поздравляют своих родственников и друзей со снежным Рождеством.

Госпожа Ребетец предполагает, что общепринятое представление о том, что в идеале Рождество должно быть снежным, возникло в Англии, после того как английская общественность заинтересовалась (зимними) Альпами. По другой версии, это представление восходит к свидетельствам из Новой Англии в США, где на Рождество действительно обычно лежит снег.

Американский антрополог Виллетт Кемптон вместе со своими коллегами провел исследование на тему обыденного понимания кли-



Рис. 25. Одна из первых английских рождественских открыток (около 1860 года, на крыше нет снега).



Рис. 26. Рождественская открытка с изображением заснеженной крыши (последняя треть XIX века).



мата, климатических изменений и рисков среди неспециалистов<sup>1</sup>. Сначала методом нестандартизированного интервью были опрошены 20 неспециалистов. На основе их ответов была разработана анкета, с помощью которой была опрошена более многочисленная группа лиц. С помощью второго опроса ученые хотели выяснить, в какой мере высказанные в первых 20 интервью мнения отражают сугубо частную позицию, а в какой – коллективное сознание.

Один из вопросов звучал так: «Какие факторы, на ваш взгляд, влияют на погоду?» Некоторые ответы совпали с мнением профессиональных метеорологов. Так, и эксперты, и дилетанты указали на влияние струйного течения (в США в теленовостях постоянно обращают внимание зрителей на этот фактор (англ. jetstream)), солнечных пятен, вулканизма и других геологических процессов. Другие ответы были совершенно неожиданными:

«Загрязнение окружающей среды влияет на погоду».

«Пожары, например, пожары в тропическом лесу или лесные пожары на Западе (США). Применение инсектицидов и прочих подобных веществ. Также гербициды, используемые в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками. Важнейшие факторы – это пожары и загрязнение окружающей среды из-за автомобилей».

«Атомные бомбы. Они ужасно влияют на нашу погоду. Эти испытания... такое впечатление, что после них многое изменилось; осадков стало больше. Погода очень переменчивая».

«Моя личная теория такова: каждый раз, когда что-то посылается в космос, в атмосфере что-то нарушается. Похоже, у нас все время странная погода. Раньше в этой местности практически не было торнадо или разрушительных ураганов».

В завершении анкеты у респондентов спрашивали, согласны ли они с утверждением: «Возможно, существует взаимосвязь между погодой и запуском космических ракет». 43% респондентов ответили утвердительно.

Несмотря на то, что почти все опрошенные имели какое-то представление о таких понятиях, как глобальное потепление или парниковый эффект, как правило, они связывали с ними такие мысленные модели, которые в корне отличались от естественнонаучного понимания данных процессов.

Наиболее распространенная обыденная модель выводит на первый план фактор загрязнения окружающей среды (по типу воздей-

---

<sup>1</sup> *Kempton W., Boster J. S., Hartley J. A. Environmental values in American Culture. MIT Press, Cambridge MA and London, 1995. P. 320 и далее.*



ствия кислотного дождя). Вредные вещества рассматриваются как искусственные и ядовитые для живых организмов: «Лично я не возражаю против теплой погоды, но я считаю неправильным, сколько мы всего выбрасываем в атмосферу... все эти аэрозоли и озон и так далее. Это неправильно, потому что всеми этими химикатами, которые мы выбрасываем в атмосферу, мы же сами и дышим».

Главными виновниками выбросов вредных веществ считаются автомобили и промышленные предприятия. Проблему, согласно данной модели, можно решить путем использования соответствующих фильтров. Данная модель неверна, поскольку вещества, выбрасываемые в атмосферу, а именно диоксид углерода, нейтральны для здоровья и естественны: все мы непрерывно выдыхаем углекислый газ. Основной источник  $\text{CO}_2$  — это электростанции, транспорт и ТЭЦ. Пока нет таких фильтров для ограничения выбросов углекислого газа в атмосферу, которые были бы экономически рентабельны. Единственный выход — это сокращение использования ископаемого топлива за счет снижения энергопотребления или повышения его эффективности. Впрочем, в настоящее время разрабатываются технологии для фильтрации отработанного воздуха на электростанциях и для задержания  $\text{CO}_2$ .

Проблему глобального потепления также часто связывают с проблемой уменьшения озонового слоя в стратосфере. Так, один из респондентов отмечает: «... защитный слой атмосферы вокруг Земли ... он становится все тоньше и тоньше, и теряется все больше тепла». В газетах нередко можно прочитать о «выбросах диоксида углерода, разрушающих озоновый слой». Оба эти процесса — дополнительный парниковый эффект и уменьшение концентрации озона в стратосфере — действительно взаимосвязаны, так как разрушающие озон фреоны усугубляют также парниковый эффект. Однако для глобального потепления решающее значение имеет углекислый газ, который не влияет на содержание озона в стратосфере и, соответственно, на возникновение озоновых дыр.

Третья модель исходит из того, что содержание кислорода напрямую взаимосвязано с содержанием углекислого газа и что повышение концентрации  $\text{CO}_2$  неизбежно ведет к уменьшению концентрации кислорода: «Довольно скоро нам вообще будет нечем дышать, так как кислорода не будет». Согласно этому представлению, повышение концентрации диоксида углерода обусловлено главным образом вырубкой лесов, так как не хватает деревьев, которые должны превращать выдыхаемый людьми и животными

углекислый газ обратно в кислород. С утверждением о том, что «если все леса будут вырублены, нам скоро будет нечем дышать», согласилось 77% опрошенных. На самом деле простой расчет показывает, что сжигание всех лесов (общей массой около 5000 гига-тонн углерода) снизило бы концентрацию кислорода в атмосфере с нынешних 20% до 19,8%.

В общем и целом результаты проведенного Кемптоном и его коллегами исследования таковы: распространенные среди населения США представления о природных процессах по крайней мере отчасти неверны, причем это касается представителей всех профессий (за исключением собственно ученых), в том числе активистов экологического движения, лесорубов, оставшихся без работы в результате государственной экологической политики, и помощников депутатов Конгресса. Полученные результаты свидетельствуют о том, что еще многое предстоит сделать в сфере целенаправленного просвещения населения.

Конечно, остается еще вопрос, как сформировались эти представления у населения. Какие факторы и общественные силы повлияли на процесс социального конструирования климатического сознания и понимания климатических процессов? Пока этот вопрос не изучался систематически, хотя результаты подобного исследования, бесспорно, могли бы быть интересными и важными с точки зрения политики. Мы предполагаем, что здесь имеет значение целый ряд факторов:

1) Традиционные представления о климате и его изменении, о чем уже шла речь в предыдущем разделе. В свое время наступление нового тысячелетия подтолкнуло фундаменталистски настроенных проповедников в Северной Америке к запугиванию телевизионной паствы приближением конца света. В этот сценарий очень хорошо вписываются климатические катастрофы и аномальные метеорологические явления.

2) Интерпретации последних тенденций на основе представлений, сформированных по аналогии с явлениями из другого контекста. Примером могут служить уже упоминавшиеся кислотные дожди и уменьшение концентрации озона в стратосфере.

3) Актуальные сообщения в СМИ и объяснения в научно-популярной литературе, авторы которой склонны к явным преувеличениям и недифференцированным формулировкам.

Вот некоторые примеры за последние несколько лет:

– На суперобложке одной английской книжки, автор которой нагнетает ситуацию вокруг климатических изменений, читаем: «Скоро нас настигнут последствия нашей жадности и глупости. Почти две трети суши исчезнут под водой после таяния полярных льдов, вызванного уменьшением озонового слоя и вырубкой лесов». Здесь совершенно открыто прибегают к беспроблемному аргументу – таянию полярных льдов, хотя, как уже упоминалось, убедительных научных доказательств этого сценария нет. И, разумеется, это предположение никак не связано с уменьшением озонового слоя или уничтожением лесов.

– В июне 1994 года уважаемая ежедневная датская газета «Politiken» писала: «Экологическая организация Гринпис опубликовала доклад о 500 экстремальных метеорологических явлениях (ураганах, температурных рекордах, засухах и тому подобном) за последние три года. В последнее время такие экстремальные явления происходят все чаще и рассматриваются представителями Гринписа как первые признаки парникового эффекта. Этот доклад о “бомбе замедленного действия” был передан министру экологии; содержащиеся в нем сведения, как утверждают эксперты, должны обновляться каждые полгода». Разграничить естественную и неестественную изменчивость климата, располагая данными всего за три года, невозможно.

– В 1995 году журнал «Brigitte» опубликовал статью, в которой неназванный, но „знаменитый“ немецкий исследовательский институт оценил ущерб от ожидаемого изменения климата в 900 млрд. долларов до 2030 года. Ущерб будет вызван наводнениями, засухами, сокращением плодородных пахотных земель, засолением грунтовых вод и всплеском тропических заболеваний. Из статьи неясно, как были получены эти цифры и на каких допущениях они основаны. Но у читателя должно остаться ощущение, что его ожидают «огромные потери».

– Эксперт по вопросам климата от фракции СДПГ в бундестаге Михаэль Мюллер говорит в одном из интервью для «Frankfurter Rundschau»: «Изменения в климатической системе и в первую очередь учащение аномальных колебаний и необычных погодных явлений, без сомнения, вызваны человеческой деятельностью».

Безусловно, страховой ущерб, причиняемый ураганами и другими климатическими катастрофами, в последние десятилетия значительно возрос. Но мы понимаем, что увеличение страхового ущерба объясняется изменениями в стиле жизни и возросшей стоимостью

имущества<sup>1</sup>. Взаимосвязь между экстремальными явлениями наукой до сих пор не доказана (за исключением очевидного факта, что, когда в целом становится теплее, теплые дни выпадают чаще, а холодные – реже).

Во всех этих популярных изложениях научных знаний интересно то, что измененная и отфильтрованная информация подспудно становится новой реальностью, с которой приходится конкурировать науке. Так, например, Дирк Максайнер в своей статье «Настроение Солнца» от 25-го июля 1997 в «Zeit» сетует на отсутствие точных прогнозов (которые в СМИ все равно бы основывались на завышенных цифрах и измененных интерпретациях) и видит в этом аргумент против надежности климатических исследований. В ответной статье «Настроение СМИ» климатолог Хассельманн обращает внимание на этот замкнутый круг, благодаря которому СМИ всегда имеют преимущество в виде горячих новостей, но происходит это в ущерб объективному отражению истинного положения дел. Сначала с целью создания сенсации, истинное положение дел рисуется в самых черных красках, а потом, опять же ради сенсации, эти сообщения опровергаются – мол, ученые излишне драматизируют, и сделанные прогнозы не соответствуют действительности.

Конечно, существуют еще экономические и общественные интересы. С тех пор как в центре внимания оказалось производство энергии путем сжигания ископаемого топлива, вокруг этой ситуации возникают конфликты и конкуренция. Экологически ориентированные общественные движения апеллируют к антропогенной «климатической катастрофе» как к решающему доказательству того, какие последствия для человека и экосистемы имеет эксплуатация природных ресурсов в индустриальном обществе. В свою очередь, страховые компании только выигрывают от того, что среди их клиентов и у широкой общественности появляется ощущение необходимости застраховать себя и имущество от более серьезных климатических опасностей.

Климатологи тоже порой играют не совсем честную роль в публичном освещении экологических тем. Наряду с информационной обязанностью (долгом по роду деятельности, как это однажды сформулировал Гельмут Шельски), существуют и другие, возмож-

---

<sup>1</sup> См., например, совместный отчет участников конференции «Изменение климата и ущерб от природных катастроф: понимание тенденций и прогнозы»: [http://sciencepolicy.colorado.edu/sparc/research/projects/extreme\\_events/munich\\_workshops/executive\\_summary.pdf](http://sciencepolicy.colorado.edu/sparc/research/projects/extreme_events/munich_workshops/executive_summary.pdf)

но, неосознанные мотивы обращения к широкой общественности, как, например, привлечение финансирования, неопределенное стремление к «улучшению мира» или просто радость от пребывания в лучах медийной славы. Ученые прекрасно осознают, что сгущение красок в изложении климатических проблем привлекает больше внимания к попытке взаимодействия с общественностью и теми, кто принимает политические решения. Это означает, что не только СМИ используют определенные риторические стратегии для привлечения внимания на общем шумовом фоне, т.е. среди множества конкурирующих тем, а также для получения одобрения со стороны широкой публики. При этом интервью с климатологами в СМИ обычно проходят по определенной схеме: сначала даются обобщенные сведения о проверенных естественнонаучных знаниях, а затем журналист задает ученому вопрос о последствиях климатических процессов для всего человечества, экономики или политики. В этот момент исследователь климата покидает свою специальную область и переходит к спекулятивным рассуждениям о комплексных общественных взаимосвязях уже в роли образованного дилетанта. Типичным примером этой схемы может служить следующий отрывок из интервью, опубликованного в журнале «Stern»: «И что же произойдет с атмосферой? – По всей вероятности, мы будем чаще сталкиваться с сильными циклонами и ураганами. Возможно, и сельское хозяйство уже нельзя будет вести так, как прежде, поскольку с повышением уровня моря произойдет осолонение грунтовых вод. Также, например, Сахара может захватить Средиземное море. А когда определенные участки суши станут непригодными для жизни, люди будут переселяться туда, где пока еще можно жить. В этой связи возможны климатические войны и переселение народов». Бывает и так, что интервью с учеными-климатологами, отказывающимися отвечать на вопросы о последствиях климатических изменений для общества в связи с тем, что это не входит в сферу их профессиональной компетенции, просто-напросто не публикуют.

Зимой 1996–1997 года климатологам Канады, США и Германии<sup>1</sup> в форме письменной анкеты были заданы вопросы по ряду тем. Среди прочего их просили написать свое мнение по следующим вопросам:

---

<sup>1</sup> Более подробную информацию см. в: Bray D., von Storch H. Climate Scientists' Perception of Climate Change Science. [http://coast.gkss.de/staff/storch/pdf/GKSS\\_2007\\_11.pdf](http://coast.gkss.de/staff/storch/pdf/GKSS_2007_11.pdf)

1) Какова роль ученых в том, что тема климата из научной превратилась в социальную и общественную?

2) Некоторые ученые занимают радикальную позицию в дебатах вокруг климатических вопросов, чтобы привлечь к ним внимание общественности. Согласны ли Вы с такой позицией?

Опрошенные распределяли свои ответы по шкале от 1 до 7, причем 1 означала полное согласие с высказыванием, 7 – полное несогласие, а 4 – отсутствие четкой позиции. Результаты для США и Германии представлены в виде диаграммы на рисунке 27.

Во всех трех странах опрошенные согласились с наблюдением, что представители естественных наук сыграли важную роль в переносе проблемы климата с научной на политическую арену.

Ответы на второй вопрос неоднозначны. С одной стороны, довольно большая группа ученых одобрила публичные драматизирующие выступления с целью привлечения общественного внимания. Другая большая группа опрошенных отклонила такой тип поведения. Любопытно, что в Германии большинство согласилось с высказыванием в анкете, тогда как в США и Канаде большинство опрошенных выступило против такого типа поведения.

Вернемся к результатам социального конструирования климата. Согласно обыденным представлениям, вследствие нагревания атмосферы, разрушения озонового слоя, вырубки лесов, функционирования современной транспортной системы и других аналогичных процессов происходит антропогенное изменение климата, которое все активнее обсуждается широкой общественностью. До сих пор история цивилизации трактовалась как история освобождения общества от зависимости от природы (включая зависимость от климата). Сейчас, по расхожему мнению, происходит кардинальный поворот: природа снова обретает власть над человеком. Природа заболевает и делает больными людей – в наказание за то, что люди легкомысленно отнеслись к балансу экологической системы. «Природа наносит ответный удар». Конечно, главный вопрос в том, насколько радикальными будут эти перемены. Но сначала нужно удостовериться, действительно ли меняется именно природа, а не наш взгляд на нее.

Этот процесс обращения часто описывается при помощи заимствованной из медицины терминологии. Так, например, немецкий климатолог Йоахим Шнелльхубер использует понятие «синдром» для диагностирования характерных ситуаций экологического неблагополучия. Лечение этих синдромов требует соответствующего диагноза от системных аналитиков в области естественных наук.

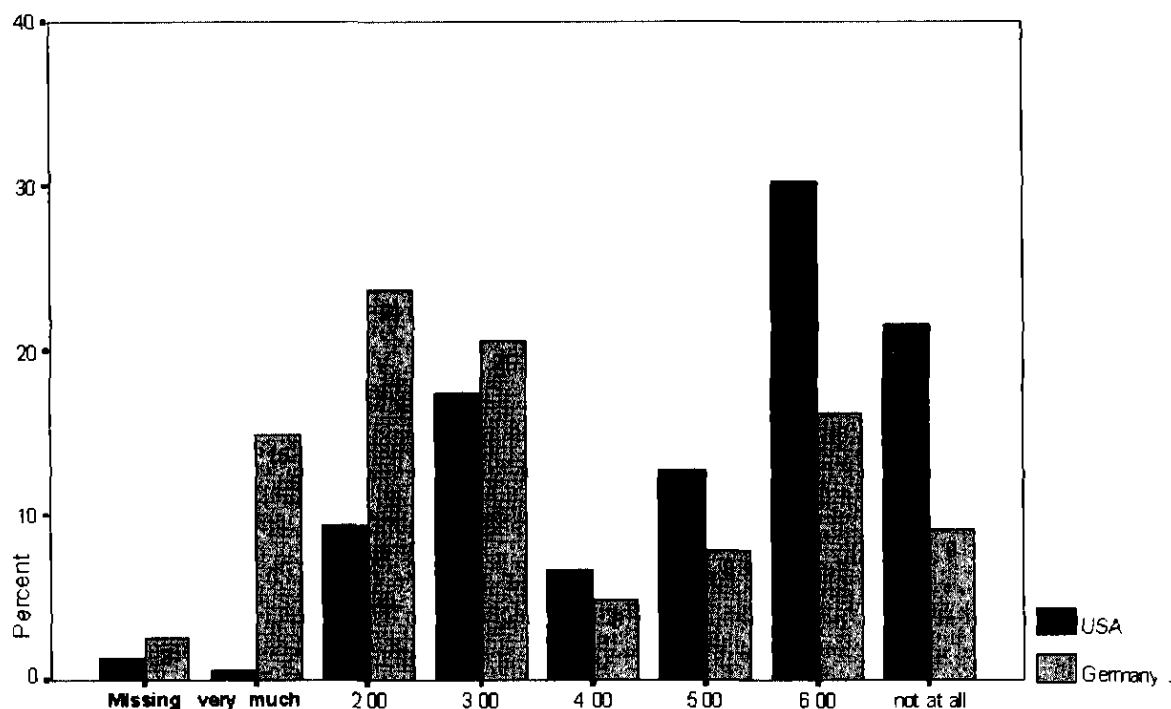


Рис. 27. Согласие/несогласие климатологов в США и Германии с двумя формулировками. 1 – максимальная степень согласия, 7 – максимальная степень несогласия, 4 – индифферентное отношение.

Какова роль ученых в том, что тема климата из научной превратилась в социальную и общественную?

Некоторые ученые занимают радикальную позицию в дебатах вокруг климатических вопросов, чтобы привлечь к ним внимание общественности. Согласны ли Вы с такой позицией?

В этом контексте именно научные знания приводят в действие и структурируют политические процессы. Наука формулирует проблему изменения климата для политики и общества. Ведь ни глобальное изменение климата, ни парниковый эффект, ни повышение температуры не являются повседневными проблемами, на которые в какой-то момент реагирует и наука. Наоборот, характер и масштаб политических реакций определяются научной формулировкой проблемы. Ученые это вполне осознают (ср. вопрос 1 на рисунке 27). Они играют особую роль в формировании и возможной трансформации обыденного понимания климата. При этом помимо сугубо научных интересов они преследуют также политические, идеологические и прочие, далекие от науки цели. Как было показано выше, для ученых, склонных к резким формулировкам, существуют широкие возможности высказать свое мнение с экранов телевизоров или со страниц газет и журналов.



#### 4.6. Обыденное понимание климата: вера в нормальность

Снег падал на кедры. Вообще-то это было всего лишь седьмое снежное Рождество за последние шестьдесят лет, и жители Ванкувера, привыкшие проводить праздники в городе, были сбиты с толку недавним снегопадом... Остальные уверяли, что порой здесь случаются и дожди.

*Globe and Mail, om 26.12.1996*

Своим замечанием о том, что вера в постоянство климата глубоко укоренена в обыденной жизни и что «необычные погодные явления в какой-то сезон или год компенсируются другими необычными явлениями в последующий год или сезон», Эдуард Брюкнер<sup>1</sup> привлек наше внимание к важному, хотя и игнорируемому наукой аспекту обыденного понимания климата. Речь идет об изначальной вере в нормальность климатических процессов.

Анализ обыденного понимания климата представляет собой непростую задачу. Тот факт, что обыденные представления о климате, погоде и их происхождении составляют сложную, комплексную концепцию, остается незамеченным за очевидностью и частотой рутинного употребления в самых разных контекстах повседневной жизни понятий «климат» и «погода». Более того, ввиду рутинности употребления этих понятий напрашивается вывод о наличии у нас «естественного», интуитивного понимания данных явлений окружающей среды. В действительности же за этим скрывается определенная двусмысленность, неустойчивость и, возможно, даже непонимание климата и погоды неспециалистами. Тем не менее, обыденные представления о климате глубоко укоренены в повседневности, в связи с чем возникает вопрос: в каких контекстах и в каких событиях находят подтверждение обыденные интерпретации?

Обыденные интерпретации климатических условий не только позволяют проследить, как общество взаимодействует с природными процессами, но и могут содержать ценную информацию о его реакции на научные открытия, касающиеся климата и климатических изменений. Ведь в конечном итоге любая концепция и любая реакция на политические усилия по формированию и реализации климатической политики, по всей видимости, затрагивает обыденное понимание климата.

<sup>1</sup> *Brückner E. Klimaschwankungen seit 1700. Nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Wien and Olmütz: Hölzel. 1890. S. 2.*



В этой связи возникают два главных вопроса: во-первых, какие значения и характеристики мы связываем с климатом в нашем современном обществе?<sup>1</sup> Во-вторых, как можно достоверно описать обыденное понимание климата? Для ответа на первый вопрос решающее значение имеет выбор адекватных научных методов.

В самом общем виде мы придерживаемся предположения, что на понимание природного климата влияет прежде всего опыт наблюдения экстремальных климатических явлений. Поэтому реакция общества на климатические экстремумы является главной отправной точкой для формирования господствующей семантики, т. е. для отображения климатических процессов в культуре. Таким образом, значение экстраординарных или отклоняющихся природных явлений, прерывающих цепочку естественных климатических процессов, дает нам ключ к интерпретации того, что понимается под нормой.

Чтобы проанализировать изменение социального понимания климата, необходимо проследить связь между принятыми в то или иное время концепциями климата, их социально-историческими истоками и значимыми характеристиками самого общества. Нельзя также пренебрегать значением социальной среды для артикуляции той или иной системы представлений о природе (Godelier [1984], 1986: 33–38). Если строить на этом наше определение, то под обыденной концепцией климата мы будем понимать результат целого ряда значений и практик, связанных с естественными климатическими процессами, или, другими словами, то, каким образом физические процессы стилизуются под культурные объекты и социальные практики.

Впрочем, применительно к климату это не означает, что могущественные социальные институты, такие как политика, экономика и наука, имеют решающее значение для обыденного понимания климатических процессов. В отличие от многих других социальных и культурных конструктов, например, от орфографии или ландшафтного дизайна, в случае культурной кодификации климата решения государства и других центральных общественных институтов (в частности, церкви или науки), формирующих духовные структу-

---

<sup>1</sup> Ср. содержательное исследование подобных характеристик, которые интуитивно приписывались природе в различные исторические эпохи: *Böhme G. Natürlich Natur. Über Natur im Zeitalter ihrer technischen Reproduzierbarkeit. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992. S. 56-76.*

ры в современном обществе, играют лишь второстепенную роль<sup>1</sup>. Впрочем, вполне вероятно, что ввиду ожидаемых социальных последствий климатических изменений государство, наука и другие общественные институты в будущем будут пытаться повлиять на обыденное восприятие вопросов климата.

Уже сегодня несложно выявить практическое и политическое значение обыденного понимания климата. Оно влияет не только на то, как общество обходится с этим аспектом окружающей среды, но и на степень доверия климату со стороны общества. От него также в какой-то мере зависят ожидания грядущих климатических изменений и, что особенно важно, интерпретация научных моделей климата и климатических изменений.

Можно, к примеру, представить себе такую ситуацию, когда глобальное потепление в виде постепенного повышения температуры становится частью обыденных ожиданий, вследствие чего крупномасштабные изменения социальных и экономических практик с целью предотвращения изменения климата перестают казаться политически необходимыми: потепление становится нормой. С другой стороны, степень уверенности, прочности и неизменности обыденных социальных убеждений в отношении климата может стать решающим фактором в политическом соотнесении научного знания, государственных мер и возможностей их практической реализации. В этом случае к примечательным и практически значимым характеристикам климата будет относиться представление о том, что климатические процессы (будучи «природными» явлениями) лежат за пределами нашего контроля и поэтому недоступны для антропогенных изменений.

### **Социальное восприятие климата**

Антропологи, этнологи, историки и социологи в целом единодушны в том, что человеческий опыт и понимание природы претерпели существенные изменения в ходе процесса, получившего название «культурной эволюции», социальной дифференциации или

---

<sup>1</sup> Поэтому классический социологический подход, направленный на изучение того, в какой мере социальные представления и действия зависят от классовой принадлежности, определяются идеологическими соображениями или являются результатом других организационных или институциональных ситуаций и влияний, в этом контексте скорее неуместен, хотя и он имеет определенное значение.

развития цивилизации. Несложно заметить, что все эти тенденции исторического времени привели к тому, что обыденное понимание окружающей среды и климата стали менее эмоциональными и, как пишет Норберт Элиас в своем анализе процесса цивилизации (Elias [1939] 1990), более дистанцированными и объективными.

Элиас был убежден, что человеческое восприятие вещей и окружающих людей стало со временем более дистанцированным и эмоционально нейтральным. Оно в меньшей степени основано на стремлении к непосредственному удовлетворению желаний и потребностей и в большей степени на опыте. Часто меняющиеся социальные условия вынуждают современного индивида сдерживать аффективные, сиюминутные импульсы и в большей мере полагаться на наблюдения, сдержанность, откладывание удовольствия и так далее.

С другой стороны, более древние цивилизации воспринимали природу не только более непосредственно, но также ярче и полнее. Социальное поведение было подчинено принуждению, налагаемому природой. Природа была первоочередным источником жизни и часто казалась людям «обидчивой» и опасной. Безусловно, она была той сферой жизни, с которой ежедневно приходилось сталкиваться каждому человеку. В ее угрозах и богатстве таились как опасности, так и возможности.

Когда общества начали освобождаться от зависимости от окружающей среды и ее климатических условий (здесь мы не учитываем степень влияния цивилизационного процесса на изменение климата), это «освобождение» сначала проходило только на определенных уровнях и в определенных социальных группах. Некоторые профессиональные группы, которые сегодня стремительно сокращаются, например, моряки, горняки и строительные рабочие, по-прежнему были подвержены опасностям климата и его экстремумов. Эта ситуация начала меняться лишь недавно, но отчасти сохраняется и по сей день. Сегодня большинство людей живут в искусственном микроклимате. Однако разговоры о погоде, климате и его влиянии, настоящая зачарованность этими темами, особенно что касается предстоящих природных катастроф и необычных явлений, не утихают, а наоборот усиливаются.

Вопрос о том, является ли это увлечение катастрофическими или практически невероятными событиями в будущем характерной особенностью именно нашего времени, является чисто эмпирическим. Если это действительно так, то возникает вопрос о причинах

такого повышенного интереса. Никлас Луман (Luhmann 1991: 3) полагает, что увлеченность общественности экстремальными явлениями связана с тем, что мы хотим или можем сделать ответственными за ожидаемые экстремальные события конкретных акторов. В этой ситуации имеет смысл выступать против форм поведения, провоцирующих наступление катастрофы.

Но каким образом экологические концепции, возникшие в абсолютно иных условиях в древние времена и сохранявшиеся веками, несмотря на относительную эмансипацию от исполненной рисков климатической ситуации, будут реагировать на будущее, в котором относительная уверенность в постоянстве климата уже не будет нормой? Как в этих условиях, спрашиваем мы вслед за Луманом (Luhmann 1991: 3), общество «при нормальном осуществлении своих операций справится с будущим, о котором нельзя узнать ничего определенного, а можно только более или менее вероятное или невероятное?» И как реагирует общество на научную концепцию, описывающую климат не как некий абсолют, а как нечто изменчивое и поддающееся воздействию? Возможно, в какой-то момент природа и была забыта, но очень скоро она снова напомнит о себе. И как мы будем на это реагировать? Сможем ли мы достичь нового социального консенсуса или сформировать новое общественное сознание климата, не говоря уже о политических мерах, способных положить конец старым экологическим схемам?

Цивилизационный процесс, безусловно, ведет к тому, что природа деперсонализируется, воспринимается менее эмоционально, как феномен, не вызывающий у человека никаких чувств и не связанный с непосредственной «опасностью». Как только рассеивается эмоциональная пелена, застилающая человеческое сознание, за ней «обнаруживается новый мир – мир, благожелательный или враждебный по отношению к каждой отдельной личности, мир без намерений, цепь событий, которые нужно беспристрастно изучать большими периодами, чтобы выявить связь между ними» (Elias [1939] 1982: 273). Следовательно, и общественное осознание природы может быть в большей степени направлено на объект и, как подчеркивает Норберт Элиас, стать «научно-объективным».

Природа приобретает новое значение, параллельно с общим умиротворением социального поведения. Так, например, она эстетизируется, превращаясь в место отдыха, интеллектуального и физического обновления. Подобное изменение значения природы усиливает тянущуюся с древнейших времен, но уже непрочную веру в постоянство природы.

## Опросы общественного мнения

До сих пор социально-научное изучение обыденного восприятия климата основывалось главным образом на данных, полученных методом опроса и несвободных от недостатков, связанных с этим методом. Опросы общественного мнения на экологические темы проводятся во многих странах на протяжении многих лет. Мы дадим лишь краткий комментарий по некоторым результатам, чтобы показать, насколько подобные методы адекватны поставленной задаче — объяснить повседневное экологическое сознание общества.

Хотя количественный подход, опирающийся на результаты опросов, не всегда плох, мы полагаем, что опросы общественного мнения до сих пор не дали удовлетворительных результатов в том, что касается обыденного понимания проблемы климата. Это можно проследить на типичных примерах. Конечно, обобщив результаты последних количественных исследований на тему изменения климата или глобального потепления во многих странах, можно получить некоторое представление о ситуации в целом, однако в конечном итоге данные подобного рода поднимают больше вопросов, чем они в состоянии прояснить<sup>1</sup>.

В 1989 году наблюдался довольно высокий процент согласия с тем, что изменение климата — серьезная проблема, и в целом высокая степень общей обеспокоенности. Эти данные исключают обычную для техники опроса процедуру распределения результатов по демографическим признакам респондентов с тем, чтобы определить, какие характеристики ведут к формированию того или иного мнения. В данном случае молодые и пожилые, сельские жители и горожане, мужчины и женщины — почти все осенью 1989 года были убеждены, что изменение климата представляет серьезную экологическую угрозу.

---

<sup>1</sup> Конечно, количество опросов на тему экологии в отдельных странах очень велико, и мы не можем перечислить их все, не говоря уже о том, чтобы хоть как-то их обсудить. Мы рекомендуем прочитать о некоторых любопытных результатах в первую очередь международных сравнительных проектов в: Pierce (1987), Steger et al. (1989).

1989		2007	
Всего	87	Серьезная обеспокоенность (всего)	29
		16–29 лет	20
		30–44 года	32
		45–59 лет	36
		60 лет и старше	26
Мужчины	89	Менее выраженная обеспокоенность	
		16–29 лет	62
		30–44 года	53
		45–59 лет	51
		60 лет и старше	53
Женщины	85	Слабо выраженная обеспокоенность или ее полное отсутствие	
		16–29 лет	15
		30–44 года	11
		45–59 лет	11
		60 лет и старше	18
Возраст			
16–29	90		
30–44	92		
45–59	83		
60 лет и старше	83		

Рис. 28. Восприятие угрозы климатических изменений общественностью.

Процентная доля тех, кто в октябре 1989 года назвал изменение климата и озоновую дыру «серьезной экологической опасностью» (N = 1.261), а также доля тех, кто в июне 2007 года беспокоился о «последствиях прогрессирующего потепления и изменения климата» (N = 1810). Опрос проводился среди жителей Западной Германии и Западного Берлина в возрасте 16 лет и старше.

**Источник:** Natur-Umwelt-Barometer. III Welle Oktober/November 1989 Institut für Demoskopie (IfD) Allensbach, Deutschland und IfD Umfrage 10005, Juni 2007.

Интерпретация результатов опроса очевидна: на момент проведения исследования экологические проблемы волновали подавляющее большинство населения. Результаты опроса, проведенного в июне 2007 года, свидетельствуют также о значительном влиянии актуальной ситуации (см. схему 29) во время опроса. Постановка вопроса в исследовании 1989 года, в отличие от опроса в июне 2007 года, не направлена на личную обеспокоенность респондентов.

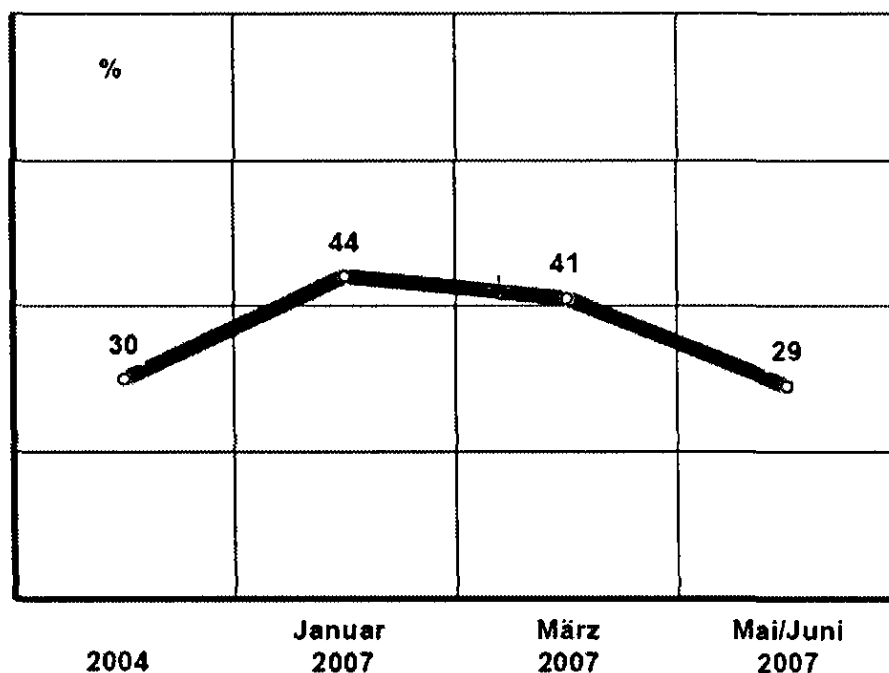


Рис. 29. Доля респондентов (Институт демоскопии в г. Алленсбахе), лично обеспокоенных изменением климата (данные публикуются с разрешения Института демоскопии)

Как показала серия опросов, проведенных в 1994, 2000 и 2006 году во всех частях света, за редким исключением так же широко распространено восприятие глобального потепления как в целом «очень серьезной проблемы». В этом случае исследователи также не спрашивали о личной обеспокоенности. Этим, по всей вероятности, объясняется тот факт, что 67–75% населения Германии считают потепление климата очень серьезной проблемой, но всего одна треть населения видит в этой проблеме повод для личной обеспокоенности.

Рисунок 30. Доля опрошенных в некоторых странах, отметивших в начале 1990-х, в 2000 и в 2006 году, что глобальное потепление климата представляет собой «очень серьезную» проблему (в скобках указан размер выборки).

	1994	2000	2006
Канада	58 (1.011)	45	57 (1004)
США	47 (1.032)	40	49 (1000)
Бразилия	71 (1.414)	48	78 (800)
Чили	59 (1.000)	56	86 (1200)
Мексика	62 (1.502)	74	67 (1000)

	1994	2000	2006
Япония	47 (1434)	46	75 (1374)
Южная Корея	47 (1.500)	65	63 (1000)
Филиппины	40 (1000)	57	46 (1000)
Индия	36 (4.984)	69	65 (1012)
Турция	45 (1.000)	36	64 (1000)
Польша	59 (989)	58	66 (1007)
Россия	40 (964)	47	59 (1004)
Германия	73 (1.048)	63	73 (1006)
Великобритания	62 (1.105)	61	70 (1000)
Франция	-----	64	70 (1002)
Нигерия	26 (1.195)	23	47 (1000)
Китай	-----	40	39 (1363)

**Источник:** Bergesen, Parmann (1994: 119), Dunlap, Gallup & Gallup (1994: 8), GlobeScan (Leiserowitz 2008). Данные опросы могут быть нерепрезентативными для всего населения той или иной страны.

Результаты опросов – это в лучшем случае одномоментная фиксация общего настроения общественного мнения. Их достоверность невелика, с их помощью вряд ли можно понять истоки того или иного мнения и сделать вывод о фактическом поведении людей. Для опросов характерна тенденция к методологической атомизации предмета исследования. Они создают искусственный контекст, в котором респондента спрашивают о его мнении. Прочность и интенсивность индивидуальных воззрений, противоречивость, контекстуальную обусловленность, универсальную форму и историю коллективного сознания вряд ли можно понять на основе данных, полученных при помощи опроса. Наконец, подытоживая критику этого метода, отметим, что главные характеристики обыденного понимания климата в этих данных недостаточно отражают нашу веру в нормальность климата.

Результаты опросов сами по себе, равно как и сравнение данных по разным странам, ничего не говорят о причинах и диапазоне тех или иных установок. Из них также невозможно узнать, какое значение, особенно в ситуации конкуренции с другими социально значимыми проблемами (например, с проблемой безработицы, развития конъюнктуры, здравоохранения, преступности и так далее)<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Так, например, репрезентативный опрос американских граждан, проведенный в начале 2009 года исследовательским центром Pew Research Center (<http://people-press.org/report/485/economy-top-policy-priority>), совершенно четко показал,



имеют эти установки с точки зрения потенциальных политических мер, финансовых затрат на решение данной проблемы и возможных последствий. Поэтому мы полагаем, что любому традиционному эмпирическому исследованию на тему общественного интереса к проблеме глобального потепления должен предшествовать анализ специфических характеристик обыденного, базового понимания природы и климата в современном обществе.

### **Социальное поведение и доверие к природе**

Природа, если ей не мешать,  
таким образом обустривает  
ту или иную местность, что она  
остается почти неизменной на  
протяжении длительного времени.

*Джордж П. Марш (1874: 26)*

Один из возможных подходов к комплексному анализу проблемы опирается на тезис о том, что глубокое доверие и доброжелательность, испытываемые, как правило, не только по отношению к окружающим людям, но и по отношению к природе и большинству природных процессов, являются наиболее значимыми характеристиками современных систем интерпретаций. Доверие и позитивная оценка могут быть адресованы, например, солнечному излучению как надежному источнику тепла или же выражаться в гарантированном температурном балансе во всем мире. В том же ключе описывает «истинную сущность природы» и философ Ганс-Георг Гадамер (1999: 168): «Всё воспроизводится снова и снова в упорядоченном возвращении дня и ночи, лета и зимы».

Подобная вера в равновесие природы, вероятно, существовала не с самого начала человеческой истории. Также неверно было бы утверждать, что она представлена повсеместно и не зависит от влияния общественных и культурных условий. Это вера возника-

---

что тема глобального потепления в значении приоритетного направления американской политики занимает последнее место среди 20 потенциальных, конкурирующих друг с другом проблем. В то же время полученные данные показывают, что за последние десять лет значение глобального потепления как политической проблемы в США практически не изменилось и по-прежнему является сравнительно низким.

ет в процессе трансформации общества в социальные структуры, которые все меньше зависят от условий и пределов, налагаемых окружающей средой (ср. Stehr 1978).

Возможно, существуют некие привычные, не стратифицированные аспекты доверия к климату, встречающиеся во всех обществах и во все исторические эпохи. С этой точки зрения они более универсальны, нежели то доверие, которое мы испытываем в повседневной жизни по отношению к окружающим людям, социальным институтам, экспертам или государству. Такое основополагающее доверие — важный аспект «потребности» каждого человека в определенной степени онтологической уверенности. В феноменологической терминологии онтологическая уверенность связана с понятием «бытия-в-мире». Такая форма веры в надежность неодушевленных объектов может представлять собой некое продолжение веры в надежность и бережное отношение людей друг другу.

Доверие в самом общем смысле является базовым и наиболее важным элементом социального поведения. Оно свидетельствует о надежности, уверенности и даже предсказуемости. Без взаимного доверия общество не могло бы существовать. Уверенность в том, что все будет продолжаться так же и дальше, мы связываем не только с социальными институтами и отдельными индивидами, но также и даже в первую очередь с условиями окружающей среды. Впрочем, это еще не означает, что у нас порой не возникает мысли о том, что окружающая среда в опасности.

Однако обыденное понимание и повседневный опыт нашего взаимодействия с климатом могут принимать и иные формы, как, например, типичное противостояние человека и современной технологии, которое в последнее время все чаще трактуется как источник неопределенности и даже причина разрушения семейственности в повседневной жизни.

Раньше веру в надежность окружающих условий подпитывала мифология. Сегодня на ее место пришел уже опосредованный опыт взаимодействия и конфронтации с окружающей средой, претерпевшей изменения под влиянием общества. В результате крупномасштабной социальной трансформации природы в феномен, конструируемый современным обществом, климат может рассматриваться как чрезвычайно надежный, заслуживающий доверия контекст человеческой деятельности. Климат все чаще играет фоновую, второстепенную роль. Он, как надежный футляр, придает стабильность социальному поведению, не подвергая сомнению некие базовые

очевидности и тем самым снова и снова поддерживая нашу веру в нормальность природы.

В последнее время человек все реже напрямую, непосредственно контактирует с погодой и климатом «за окном». По этой причине климат — отфильтрованный или отгороженный за счет создания «тотальных сред» дома, на работе и при перемещении между работой и домом — превратился для нас в само собой разумеющиеся, заслуживающие доверия декорации. Это доверие, которое мы испытываем по отношению к климатическим условиям, развеивает необходимость думать о них в обыденной жизни. То пространство действий, которое мы выигрываем, освобождаясь от этой необходимости, может быть использовано для других повседневных проблем, кажущихся более насущными и не терпящими отлагательств. Климат же надежен, стабилен и предсказуем. Как мы покажем ниже, эти фундаментальные ожидания не оправдываются лишь в том, что касается постоянства. Только тогда, когда природа обманывает наши надежды на ее постоянство, например, в случае экстремальных погодных явлений, мы понимаем, насколько велика наша вера в то, что природные процессы будут повторяться снова и снова в неизменном виде.

Впрочем, доверие, испытываемое обществом по отношению к климату, и ощущение надежности, порождаемое повторением ожидаемых климатических событий, в частности, сезонных изменений, не должны подталкивать нас к ложному выводу о том, что одни и те же погодные явления одинаково трактуются в разных обществах. Так, например, Мэри Дуглас ([1970] 1975: 234–235) в ходе своего антропологического исследования в Африке наблюдала противоречивые истолкования схожих климатических признаков у соседних общин. Одна община считает сухое, жаркое время года невыносимым и с нетерпением ждет сезона дождей. Соседняя община на другом берегу реки ту же погоду воспринимает как приятную прохладу и с ужасом ждет наступления сезона дождей. В обоих случаях восприятие погоды и ее воздействия определяется верой в силы природы, которые поддерживают климатический баланс.

### **Человек как зритель**

Типичная позиция, занимаемая человеком по отношению к климату во все времена, как в стародавние, так и в сегодняшние, всегда чем-то напоминала роль зрителя. Если разделить те ситуации,

в которых человек может действовать как активный субъект, и те социальные контексты, в которых ему навязывается роль пассивного наблюдателя, то окажется, что люди более или менее охотно принимают на себя роль зрителя.

В отличие от тех сфер, в которые человек всегда внедрялся в качестве активного деятеля, воспринимая эту внедрение как изменение, климат гораздо чаще воспринимался как не поддающийся влиянию компонент окружающей среды.

Разумеется, мифология, религия, а в последнее время наука активно занимались климатом, но на протяжении многих столетий отношение человека к климату в целом оставалось скорее пассивным. Конечно, отдельные общины и культуры были убеждены, что в вопросах погоды они играют более важную роль, нежели просто зрители. Техники управления погодой широко распространены, однако их успешность и вера в их эффективность в значительной мере зависят от того, что считается нормальным ходом климатических ритмов. Другими словами, попытки вызвать дождь, по всей вероятности, основываются на толковании «объективных» примет (сильная облачность) и на (предполагаемом) предчувствии наступления сезона дождей. В целом обычно пассивная позиция человека по отношению к климатическим условиям укрепляет его фундаментальную установку, а именно широко распространенную веру в фактическую нормальность климата, т. е. в его постоянство.

### **Беспристрастность**

При анализе обыденного понимания климата нельзя также забывать о его дифференцированности. Это тоже очень важное измерение, своего рода антропологическая константа социальной жизни. Отдельные социальные институты, по крайней мере, в своей официально декларируемой идеологии, пытаются оставаться нейтральными и беспристрастными в отношении своих членов и клиентов. Однако ни один институт, в котором происходят социальные взаимодействия, не достигает той степени объективности, которая присуща физическому контексту.

С точки зрения человека пространство и климат отличаются беспрецедентной беспристрастностью и постоянством. Современное государство, правовая система, наука и другие общественные институты тоже претендуют на беспристрастность в обращении с клиентами, однако фактически они никогда ее не достигают. Со-

циальные различия, сопряженные с территориальными или климатическими данностями, как, например, расположение жилья, почему-то кажутся более «рациональными» или «понятными», нежели различия по происхождению или имуществу. Они как бы подчеркивают беспристрастность климата.

### **Экстремальные явления как подтверждение нормы**

Ключ к пониманию климатического сознания общества лежит не столько в семантике «нормального» климата, сколько в том, каким образом то или иное общество объясняет климатические экстремумы и как оно на них реагирует. Обращение с экстремальными событиями образует основу для того, что считается нормой, и для веры в преобладание нормальных условий. Климатические экстремумы являются поводом и стимулом для прославления нормальности. Повседневный дискурс о климатических экстремумах можно рассматривать как своего рода перестраховку, по аналогии с наказанием за девиантное поведение. Речь здесь идет о событиях, которые своей аномальностью подтверждают привычную модель развития. Социальная модель климата — это часть коллективного сознания. В значении этого понятия, введенного в науку Эмилем Дюркгеймом, любое явное отклонение от коллективного сознания является нарушением норм. На примере преступления Дюркгейм показывает, что преступное действие шокирует не потому, что оно преступное, но наоборот, то или иное действие является преступным, потому что оно отступает от коллективного сознания. Подлинная функция наказания — поддержание социальной сплоченности путем солидарного поведения.

Опираясь на теорию Дюркгейма, можно, по-видимому, заключить, что климатические экстремумы подтверждают нормальность климатических условий. Экстремумы представляют собой такие события, которые могут породить и укрепить убежденность в том, что климат постоянен, и можно с уверенностью ожидать возвращения в нормальное состояние. Нормальность компенсирует экстремумы. В ней коллективное сознание как бы укрепляет свою убежденность в стабильности и постоянстве климата.

### **Итоговые замечания**

Поскольку (1) современное экологическое сознание основано на доверии и определяется распространенным мнением о том, что

климатические экстремумы – это случайные события, подтверждающие нормальность климата; (2) субъекты познают явления природы главным образом в роли зрителя и (3) убеждены в том, что эти явления беспристрастны, а форма будущих обществ все больше зависит от человеческих решений, а не от пассивного приспособления к меняющимся условиям окружающей среды, обществу будет крайне сложно принять и реализовать решения в сфере климатической политики. Одна из важнейших проблем (и одновременно одна из наиболее перспективных методик), которые интересуют как исследователей, так и политиков, связана с возможностью подорвать доверие, до сих пор определявшее наше отношение к природе, путем постоянных предупреждений со стороны науки. Разумеется, в науке на этот счет тоже нет единого мнения. Поэтому проблема заключается в противоречивом переплетении доверчивости, скепсиса и сомнения. Можно было бы, по крайней мере, подвергнуть серьезной проверке доверие, которое испытывают по отношению к климату как простые люди, так и представители научного сообщества. В будущем риск разрушения доверия по отношению к природе и веры в достоверность и могущество науки может стать серьезной проблемой, поэтому уже сегодня этому вопросу необходимо уделять особое внимание.

#### **4.7. История антропогенных климатических катастроф**

Исторический анализ показывает, что объяснение климатических изменений антропогенными факторами отнюдь не ново. У нас нет возможности подробно рассмотреть этот вопрос, и приведенный ниже перечень переживаемых или ожидаемых антропогенных климатических катастроф наверняка неполон. Однако в нем содержатся не только примеры повседневных и наиболее распространенных опасений в связи с определенными техническими инновациями, но также прогнозы предстоящих климатических катастроф и научное объяснение их причин. Скорее всего, примеров гораздо больше, чем те немногочисленные случаи, о которых мы узнали не столько в результате систематического изучения источников, сколько в ходе частных бесед<sup>1</sup>.

Часто речь о климатических катастрофах заходит в связи с религиозной интерпретацией экстремальных метеорологических

---

<sup>1</sup> *von Storch H., Stehr N. Climate change in perspective. Our concerns about global warming have an age-old resonance // Nature 2000. Nr. 405. P. 615.*

условий или климатических явлений. События такого рода трактовались и продолжают трактоваться как божественная кара за греховное поведение людей. Примером может служить голод в Англии в 1314–1317 годах (более подробно см. в разделе 4.8). Другой пример антропогенного объяснения климатических изменений связан с уже упоминавшейся выше деятельностью средневековых ведьм и с мнимыми последствиями самого факта их существования. Помимо прямого погодного колдовства, например, вызывания бури с градом для уничтожения урожая, существовали и косвенные последствия, заключавшиеся в том, что бог, разозлившись на то, что жители ничего не предпринимают против местных ведьм, наказывал нерадивую общину экстремальными погодными условиями. В связи с этим можно предположить, что люди с самого начала человеческой истории верили в то, что безнравственное поведение может вывести климат из состояния равновесия.

Самый древний из известных нам, научно достоверных случаев связан с климатическими последствиями освоения североамериканских колоний в XVII–XVIII веках. Врач Хью Уильямсон, который в 1770 году писал о ситуации в колониях,<sup>1</sup> констатировал улучшение климата в Новой Англии и связывал его с изменением землепользования. Особенно его радовало, что зимой гораздо реже стали дуть ураганные северо-западные ветра. Это один из немногих случаев, когда человеческая деятельность рассматривалась как причина улучшения климата.

В конце XVIII–начале XIX века в Германии и в Швейцарии распространились слухи о том, что колебания количества осадков вызваны установкой громоотводов. Власти были вынуждены официально опровергнуть эти слухи и настоятельно предостеречь от противоправных действий. Так, в «*Neue Züricher Zeitung*» от 9-го июля 1816 года мы читаем: «30-го июня ... с церковной кафедры было зачитано следующее постановление: “Главному управлению округа... было... поручено уведомить жителей общины о том, как прискорбно и неприятно было узнать, что в отдельных округах кантона не только распространились глубочайшие заблуждения и предрассудки, согласно которым нынешняя, неблагоприятная для сельского хозяйства непогода вызвана громоотводами, установленными для защиты зданий от молний, но что некоторые, весьма не-

---

<sup>1</sup> *Williamson H.* An attempt to account for the change of climate, which has been observed in the Middle Colonies in North America // *Trans. Amer. Phil. Soc.* 1770. Nr. 1. P. 272.

разумные или зловердные граждане восприняли это как повод для угроз или для фактических попыток разрушения беспочвенно подозреваемых громоотводов, тем самым создав угрозу для общественной безопасности и неприкосновенности частной собственности. ... Если нами будут замечены злонамеренные граждане и нарушители спокойствия, которые под глупым и неподходящим предлогом вредности громоотводов посягают на собственность своих сограждан, нарушают неприкосновенность их жилища и представляют угрозу для общественного спокойствия, на этот случай ... главное управление получило четкий приказ от высочайшего правительства наказывать по всей строгости закона любое противоправное самовольное действие, что должно послужить уроком для всех остальных».

Во введении к своей книге «Климатические колебания с 1700 года» Эдуард Брюкнер анализирует дискуссию о естественных и антропогенных колебаниях климата в XIX веке. Тогда важным фактором, влияющим на развитие климата, считалось изменение землепользования и в первую очередь вырубка лесов или, наоборот, озеленение. Вот что мы читаем у Брюкнера:

«В начале 1870-х годов Г. Векс обратился к общественности в своей знаменитой работе “Об уменьшении количества воды в ручьях и больших и малых реках”, опубликованной в журнале австрийской инженерно-архитектурной ассоциации.

Из факта снижения уровня воды Векс делает вывод о постоянном сокращении количества осадков в развитых странах... Из полученных результатов Векс выводит универсальный закон: в развитых странах происходит непрерывное уменьшение воды в ручьях, больших и малых реках, и вызвано оно в первую очередь вырубкой лесов и последующим сокращением осадков... Это утверждение, вероятно, вызвало серьезную обеспокоенность. В 1873 году заседавший в Вене сельско- и лесохозяйственный конгресс очень подробно изучил этот вопрос, а когда прусский парламент поручил комиссии проверить проект закона о необходимости сохранения лесов защитного назначения, среди наиболее серьезных негативных последствий исчезновения лесов было названо неуклонное снижение уровня воды в прусских реках. В этой связи весьма показательным, что в то же время или всего несколькими годами ранее в России тоже раздавались тревожные голоса по этому поводу, и в правительственных кругах также обсуждался вопрос сохранения лесов».



Испытания атомных бомб в 1950-х и 1960-х годах также очень часто связывают с устойчивыми изменениями климата. В статье под заголовком «Погода — многие виды человеческой деятельности меняют ее, но лишь немногие — в лучшую сторону» в «New York Times» от 8-го июля 1962 года Джордж Каймбл пишет: «Если есть что-то, в чем фермеры в моем регионе единодушны, так это то, что погода сегодня уже не та, что была раньше. Погода испортилась. Фермеры могут вам рассказать, что летом чаще бывают ураганы, зима длится дольше, а весна наступает позже. Единодушны они и в том, что считать причиной этих кажущихся изменений: “Виновата бомба”». Это мнение неоднократно высказывалось респондентами в уже упоминавшемся исследовании, проведенном Кемптоном и его коллегами в США.

Уже сто лет назад высказывались предложения повернуть большие сибирские реки, в частности Обь, на юг, чтобы использовать воду для развития сельского хозяйства в Центральной Азии и предотвратить высыхание Аральского озера. После XXV Съезда КПСС в марте 1976 года правительство СССР всерьез взялось за разработку этого плана. Среди возражений против подобных проектов, помимо экологических рисков, в частности, для речной рыбы, высказывались также опасения в связи с возможными изменениями климата. Критики полагали, что в результате уменьшения притока речной воды может измениться распределение морских льдов в Северо-Ледовитом океане. Эти изменения морского льда, в свою очередь, могли бы повлиять на климат на всем северном полушарии. Впрочем, были и оптимистичные прогнозы, согласно которым уменьшение притока речной воды привело бы к уменьшению ледяного покрова северных морей и, соответственно, к смягчению климата в Сибири. Планы по обращению рек не были реализованы, так что сегодня невозможно сказать, насколько оправданными были опасения и соответствующие сценарии развития. Модельные расчеты показывают, что климатические последствия манипуляций с реками были бы незначительными.

В 1960-х годах разрабатывались планы по широкомасштабному использованию сверхзвуковых самолетов в гражданской авиации. Тогда тоже высказывались опасения в связи с негативным влиянием на озоновый слой и климат. В конечном итоге эти проекты, по крайней мере, в Америке были остановлены — не в последнюю очередь из-за вероятности климатических изменений. Исключение составляет французско-британский проект Concorde и советский

ТУ-144. Кроме того, сегодня в нижних слоях стратосферы летают различные военные сверхзвуковые самолеты.

Продолжающаяся вырубка и выжигание тропических лесов и сегодня считаются серьезной угрозой глобальному климату, хотя, судя по всему, влияние подобных процессов на климат, как и в случае с прериями, носит региональный характер.

Опасения в связи с воздействием на климат космических программ мы упоминали при описании кемптоновского исследования в предыдущем разделе.

Конденсационному следу, оставляемому в небе самолетами, летящими на большой высоте, тоже приписывают негативное влияние на климат. Специалисты немецкого Центра воздушных и космических полетов полагают, что дополнительный парниковый эффект от авиации гораздо меньше, чем от других природных и антропогенных факторов. Впрочем, некоторые ученые, в частности немецкий метеоролог Ульрих Шуман, указывают на то, что ситуация может измениться, так как «в расчете на единицу массы сжигаемого топлива авиационный транспорт сильнее воздействует на климат, чем другие виды транспорта», а «расход топлива в авиации растет быстрее, чем большинство других антропогенных источников  $\text{CO}_2$ ».

В разгар «холодной войны» высказывались также предположения о климатических последствиях атомной войны. Ожидалось, что в результате массивных разрушений на земле огромные территории будут охвачены пожаром. Сажевые частицы попадут в атмосферу, оттуда часть из них поднимется в стратосферу и, подобно аэрозолям вулканического происхождения, останется в ней на несколько месяцев, не пропуская солнечные лучи (как это было в «год без лета» после извержения Тамборы). Это, безусловно, имело бы самые пагубные последствия для биосферы Земли и сделало бы невозможной жизнь в известном нам виде.

Позднее сценарий «ядерной зимы» был реализован на практике. Это произошло во время нападения Ирака на Кувейт в 1991 году. Ирак угрожал поджечь нефтяные скважины Кувейта в случае нападения американцев. Ученые предостерегали от последствий, равносильных ядерной зиме. Опасения были связаны с тем, что сажа могла подняться до стратосферы и закрыть от солнечного света едва ли не всю Землю. Кроме того, высказывались опасения, что в результате ожидаемых событий не наступит сезон летних муссонов, чрезвычайно важный для сельского хозяйства в Индии, что

привело бы к продовольственной катастрофе. Как известно, США и их союзники напали на Ирак, и иракцы исполнили свою угрозу и подожгли кувейтские нефтяные скважины. Сажа от пожара поднялась на несколько тысяч метров, впрочем, не достигнув стратосферы. Экологии окружающих территорий в радиусе нескольких сотен километров был нанесен колоссальный ущерб, однако для отдаленных территорий это событие последствий не имело. Роберт Каллахан в 1992 году красноречиво описал это событие в одной из своих статей. Высказывавшиеся опасения основывались на сильно упрощенных моделях. Согласно расчетам, проведенным вскоре после военных действий и опиравшимся на более реалистичные климатические модели, экологическое воздействие ограничивалось регионом Персидского залива, что и имело место в действительности.

Относительно новая категория представлений об антропогенных изменениях климата связана с Гольфстримом, а именно с изменением его направления. Гольфстрим, протекая вдоль восточного побережья США на север, а затем, у мыса Хаттерас, отклоняясь на северо-восток и следуя далее по Атлантическому океану, переносит тепло в Северную Европу, благодаря чему в нашем регионе климат довольно мягкий по сравнению с другими регионами, расположенными на той же широте, например, с Аляской. Если бы этого теплого течения не было, то не было бы и притока тепла в Северную Европу, что привело бы к резкому похолоданию, а, возможно, даже к новому ледниковому периоду. Этот сценарий также рассматривается как возможный наряду с глобальным потеплением. Впрочем, опрошенные эксперты считают такой вариант развития маловероятным, поскольку концентрация углекислого газа вряд ли увеличится в несколько раз по сравнению с нынешним уровнем.

Летом 1997 года Р. Дж. Джонсон в журнале «Transactions of the American Geophysical Union» опубликовал описание оригинального мысленного эксперимента, в основу которого положена следующая идея: с поверхности Средиземного моря испаряются колоссальные объемы воды, вследствие чего Средиземное море очень соленое. Эта соленая и, соответственно, более тяжелая вода на большой глубине вытекает из Средиземного моря через Гибралтарский пролив, тогда как на поверхности в него поступают менее соленые воды Атлантического океана. Автор эксперимента утверждает, что в наше время прохождение этого цикла ускорилось, так как, во-первых, в Средиземное море поступает меньшее количество пресной

воды из рек, прежде всего из-за Ассуанской плотины в Египте, и, во-вторых, из-за более интенсивного испарения вследствие дополнительного парникового эффекта. Высокосоленая вода, в большем объеме поступающая в Атлантический океан, может остановить Гольфстрим, и в итоге на востоке Канады появится более теплое Лабрадорское море, что приведет к повышенной влажности в Канаде. Излишняя влага осядет на территории Канады в виде снега, который, уплотнившись, превратится в ледниковый щит. Кроме того, понизится средняя температура в Европе, и начнет таять западно-антарктический ледяной шельф, вследствие чего уровень мирового океана поднимется на шесть метров. Для предотвращения этой катастрофы автор предлагает контролировать Гибралтарский пролив с помощью дамбы, тем самым регулируя систему поступления и стока воды в Средиземное море. Эксперты без труда опровергли эту гипотезу, что, однако, не помешало журналистам подробно о ней рассказать.

К числу прогнозируемых климатических катастроф, безусловно, относится и глобальное потепление в результате антропогенных выбросов парниковых газов, в частности, углекислого газа, метана и фреонов. Как уже говорилось, впервые этот механизм был описан Сванте Аррениусом в 1897 году. Задолго до современных дискуссий высказывались предположения о том, что актуальные тенденции потепления вызваны антропогенным парниковым эффектом. Так, в 1933 году американский метеоролог и бывший президент Американского метеорологического общества Бертон Кинсер (1875–1954) в «*Monthly Weather Review*» обратил внимание читателей на необычные тенденции потепления, а британский инженер Гай Стюарт Кэллиндэр (1898–1964) предположил, что эти тенденции связаны с повышенной концентрацией углекислого газа. Он высказал свое предположение в 1938 году на страницах журнала «*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*»<sup>1</sup>. Впрочем, почти в то же самое время температура стала снижаться, так что в 1970-х годах американский климатолог Стивен Шнайдер (род. 1945) говорил уже об угрозе нового ледникового периода — что, однако, не помешало ему несколько лет спустя констатировать резкое изменение в обратную сторону и предупреждать обществен-

---

<sup>1</sup> *Kincer J. B.* Is our climate changing? A study of long-term temperature trends // *Monthly Weather Review*. 1933. Nr. 61. P. 251–259; *Callendar G. S.* The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature // *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 1938.

ность об опасности глобального потепления, вызванного парниковым эффектом<sup>1</sup>.

Мы не включили в этот список широко обсуждаемую проблему озоновых дыр, поскольку это не климатическая проблема в прямом смысле слова. В случае озоновых дыр речь идет об изменении в составе стратосферы, т. е. в слое атмосферы, расположенном выше 10 км от поверхности Земли и влияющем на фильтрационные характеристики атмосферы. Если в стратосфере есть озоновая дыра, опасное ультрафиолетовое излучение достигает поверхности Земли и оказывает негативное воздействие на здоровье людей, животных и, возможно, растений. Озоновые дыры классифицируются учеными как антропогенное явление, так как уменьшение концентрации озона связывают с проникновением в атмосферу хлорфторуглеродов, производимых исключительно искусственным путем<sup>2</sup>.

#### **4.8. Влияние климатических изменений на общество**

Последствия изменения климата для природных основ жизни человека, для экономики, политики и общества, а также для самого климата в значении катализирующего или сдерживающего фактора его развития с большим трудом поддаются определению и тем более прогнозированию. В данном разделе мы попытаемся структурировать эту проблему следующим образом: сначала мы поговорим о прямых последствиях, которые, как ожидается, могут отразиться, например, на производительности сельского хозяйства, охране берегов от разрушения и распространении тропических болезней. После этого мы обратимся к вопросу о том, какие возможны варианты реагирования на изменения такого рода и как могла бы выглядеть рациональная климатическая политика. Она может проводиться, например, в рамках модели «Глобальная окружающая среда и общество» (ГОСО). Этому рациональному подходу мы противопоставим другую модель – «Воспринимаемая окружающая среда и общество» (ВОСО). В ней исходной точкой является не

---

<sup>1</sup> *Rasool S. I., Schneider S. H. Atmospheric Carbon Dioxide and Aerosols: Effects of large increases on global climate // Science. 1971. Nr. 173. P. 138–141.* На сегодняшний день Шнайдер входит в число ведущих экологических биологов и климатологов; он без устали предостерегает общественность от последствий глобального потепления и требует активных политических действий.

<sup>2</sup> *Cp. Grundmann R. Transnational Environmental Policy. Reconstructing Ozone. London: Routledge, 2001.*

рациональное информированное общество, а общество, принимающее решение на основе социальных конструкций климатических изменений, включая многочисленные риски и их последствия. При этом ГОСО-модель может быть реализована математически, тогда как для модели ВОСО это невозможно.

#### *а) Последствия для климата*

В этом контексте снова возникает немаловажный вопрос о времени и месте ожидаемого изменения климата. В качестве характерного параметра для описания антропогенных климатических изменений часто используется средняя глобальная температура воздуха. Этот параметр, безусловно, может служить общим индикатором интенсивности климатических изменений, однако он не имеет значения, если нужно оценить локальные воздействия, а ведь только они и важны как для общества, так и для экосистем. В некоторых районах температура будет увеличиваться быстрее, а в отдельных случаях могут иметь место даже похолодания. В целом ожидается интенсификация круговорота воды в природе, что означает увеличение объема осадков. Может сместиться также распределение осадков, т. е. в одних регионах осадков станет больше, в других — меньше. Другой часто используемый параметр — уровень воды в мировом океане; ожидается, что он поднимется в связи с потеплением. К прочим факторам влияния относятся также таяние глетчеров и повышенное или пониженное скапливание осадков в виде снега и льда на шапках полярных льдов. В региональном масштабе на уровень воды в море влияют также ветра и океанические течения. В средствах массовой информации нередко можно услышать о том, что в будущем в средних и тропических широтах участятся и усилятся ураганы. Эту гипотезу несколько лет назад выдвинуло Мюнхенское перестраховочное общество, однако ученые ее не подтвердили.

Основанием для высказываний о глобальных изменениях служат расчеты, проводимые при помощи приближенных к реальности моделей. Эти модели предполагают оценку ситуации в радиусе многих тысяч километров. Для оценок на локальном уровне, т. е. для территорий в радиусе нескольких сотен километров и с учетом политически значимых границ, такие модели непригодны. Тем не менее, результаты этих модельных расчетов нередко представляются в виде карт, на которых, с точки зрения дилетанта, можно проследить и локальные особенности. Впрочем, оценить ситуацию

на локальном уровне можно с помощью методов уменьшения масштаба, основанного на допущении о том, что локальный климат есть результат взаимодействия более общего климата с местными особенностями.

Не менее проблематично и определение времени климатических изменений, так как сконструированные при помощи климатических моделей сценарии не являются прогнозом в значении предсказания погоды. Модельные высказывания строятся по другому принципу: если выбросы парниковых газов будут развиваться в соответствии с предположениями экономистов из МГЭИК, то в будущем температура будет постоянно повышаться. На это повышение будут накладываться естественные колебания климата, точные параметры которых неизвестны. Это означает, что никто не может предсказать, будет ли лето 2013 года более теплым, чем можно было бы ожидать, исходя из общего тренда.

Простое перечисление обсуждаемых в СМИ и в научной литературе прямых и косвенных последствий изменения климата свидетельствует о том, что список этот, как и в случае климатического детерминизма, ограничивается исключительно нашей фантазией.

Ожидается, что повышение температуры кардинально изменит основы сельского хозяйства. Из-за непродолжительного морозного периода может снизиться устойчивость флоры и фауны к паразитам. Впрочем, в отдельных регионах условия для развития сельского хозяйства могут даже улучшиться, а там, где раньше земледелие было в принципе невозможно, могут сложиться вполне благоприятные условия. Мы можем исходить из того, что нынешние границы флоры и фауны в результате повышения глобальных температур сдвинутся в сторону полюсов. Изменение количества осадков может отрицательно повлиять на систему водоснабжения и качество воды. Может усилиться процесс опустынивания пахотных земель. В основном положительный эффект (удобрение почв) ожидается от повышения концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере.

В ходе наших бесед с представителями сельскохозяйственных объединений в Германии выяснилось, что в этой сфере изменения климата в ближайшем будущем не вызывают особого беспокойства. Это объясняется двумя причинами. Во-первых, трансформируя способ ведения хозяйства и используя посевной материал, адаптированный к новым условиям, можно в сжатые — по сравнению со скоростью климатических изменений — сроки приспособиться к новому климату. Во-вторых, для сельского хозяйства на данный



момент большее значение имеют другие факторы, в частности, европейская политика субсидирования и спрос на биологическое топливо.

Еще одним возможным следствием парникового эффекта считают повышение уровня моря. Различные исследования показывают, что при повышении средней температуры на 2–6 °С уровень моря к 2100 году может подняться на 0,5–1 метр. Эти изменения указывают на так называемое термальное увеличение объема воды в море. При нагревании объем воды несколько увеличивается, что, впрочем, заметно, если мы имеем дело с таким огромным резервуаром, как мировой океан.

Пока неясно, что произойдет с огромными скоплениями замерзшей воды на Земле, а именно со льдами Арктики и Гренландии. Судьба этих ледяных глыб зависит от двух факторов: до какой степени растают нижние слои ледяного покрова и сколько льда образуется на поверхности из новых осадков. Сегодня ученые все еще спорят о том, как эти факторы влияют на баланс массы шельфовых льдов. Проводимых последние несколько лет спутниковых наблюдений недостаточно для того, чтобы сделать окончательный вывод, так что и здесь последнее слово еще не сказано...

Даже если к 2100 году потепление на Земле закончится, уровень моря будет продолжать повышаться, так как нагревание морской воды происходит с запаздыванием по сравнению с нагреванием воздуха. Учеными был разработан экстремальный сценарий для Нидерландов, в котором предполагается повышение уровня моря к 2100 году на 1,3 метра, а к 2200 – на 2,5 метра. Эта тенденция может быть вызвана частичным таянием льдов в Гренландии и Антарктике, однако на сегодняшний день мы не обладаем достаточными знаниями, чтобы утверждать это наверняка. Вполне возможно, что в реальности все будет развиваться совсем по-другому.

Что означает повышение уровня моря с точки зрения охраны берегов? В этой области существует наивный, но нашедший интересное применение подход, согласно которому в случае пренебрежения защитой берегов море затопит прибрежные регионы настолько, насколько это возможно в конкретных географических условиях. На рисунке 31 приведен пример Восточной Фрисландии, протянувшейся вдоль южного берега Северного моря. В данном случае предполагается повышение уровня моря на пять метров. Это число, с одной стороны, взято из общественных дискуссий на эту тему, а, с



другой стороны, во время сильных наводнений в этом прибрежном регионе вода действительно может подняться на пять метров.

На рисунке можно увидеть, что большая часть побережья, включая такие города, как Бремен, окажется под водой. Однако опыт реагирования на сильные штормовые наводнения показал, что современная система защиты берегов от разрушения позволяет избежать тяжелых последствий. Схемы наподобие той, которая представлена на рисунке 31, лишь дезинформирует (местную) общественность, которая зачастую не знает, от чего отталкиваться при оценке потенциального риска. Между тем Голландия на протяжении нескольких веков успешно справляется с проблемой повышения уровня моря и оседания суши. Время от времени опасность, угрожающая портам и прибрежным сооружениям, попадает в список отрицательных последствий изменения климата, хотя обычный срок службы сооружений подобного рода в любом случае не превышает нескольких десятилетий, вследствие чего возможна адаптация к изменившемуся уровню моря в ходе плановой реконструкции и ремонта.

Безусловно, повышение уровня моря — это серьезная проблема, заслуживающая нашего внимания. Но внимание это должно быть профессиональным и сосредоточенным на приучении населения прибрежных регионов к мысли о возможных опасностях, обусловленных близостью моря. Так, например, разрушительный штормовой прилив, обрушившийся в апреле 2008 года на бирманское побережье из-за предсказанного метеорологами циклона Наргиз, никак не связан с глобальным потеплением. Это редкое, но вместе с тем естественное явление, продемонстрировавшее недостаточность системы охраны берегов, характерную для многих стран мира. Иногда люди не замечают недопустимые недостатки в подготовке к опасностям сегодняшнего дня, уделяя все свое внимание угрозам дня завтрашнего.

Ожидаемые изменения климата, вероятно, будут иметь разнообразные прямые и косвенные последствия для здоровья. В исследовании, проведенном Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 1996 году, содержится предупреждение о значительном росте числа болезней и эпидемий вследствие изменения глобального климата. По мнению экспертов ВОЗ, ожидаемая аномальная погода будет способствовать размножению бактерий, вирусов и разносчиков болезней, в частности, насекомых и крыс.

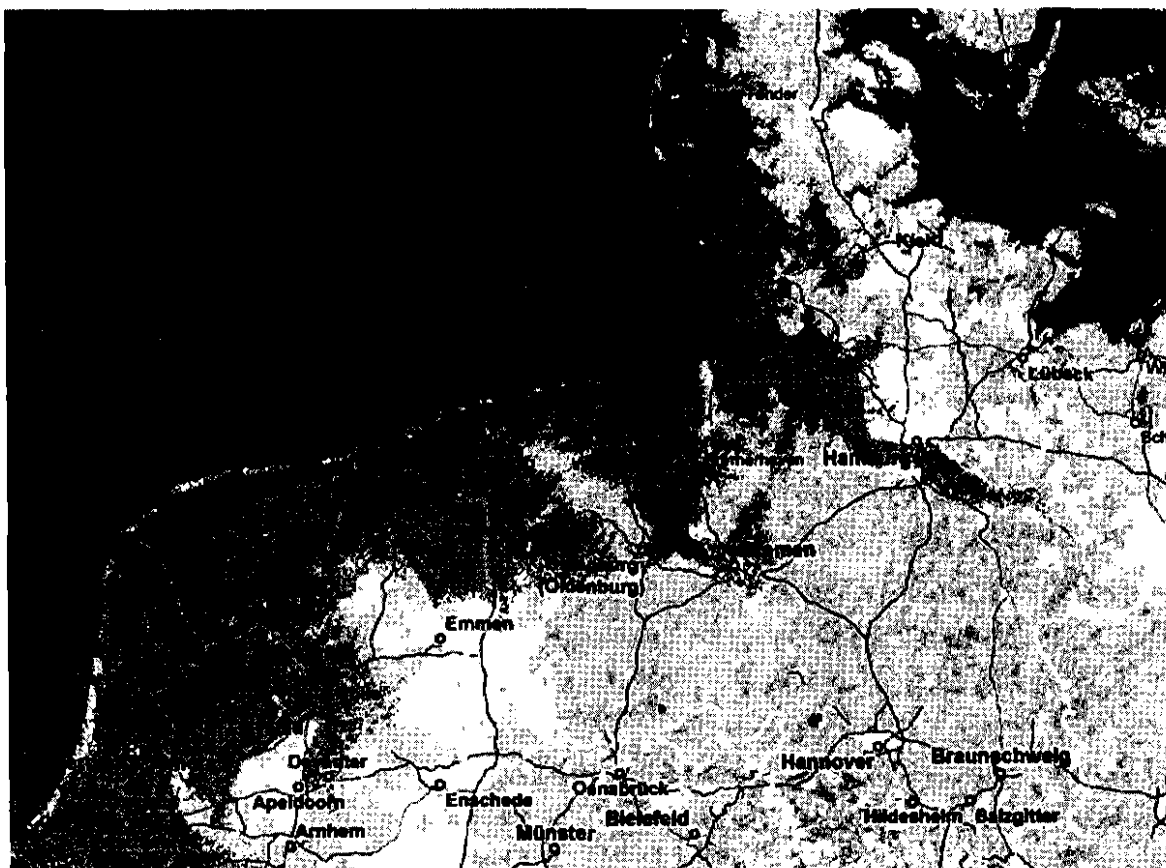


Рис. 31. Что останется от немецкого и голландского берега Северного моря, если уровень воды в нем поднимется на 5 метров... и не будет никаких сооружений, предохраняющих берег от размывания (см. <http://flood.firetree.net>).

Значительные изменения в распределении осадков – увеличение осадков в засушливых регионах и резкое сокращение в регионах с высокой влажностью – могут привести к распространению холеры, желтой лихорадки и менингита. Может резко возрасти частота заболеваний малярией, поскольку при повышении температуры земли на 2,2 °C ареал обитания малярийного комара (анофелеса) расширится с нынешних 42% поверхности Земли до 60%. К прямым последствиям изменения климата эксперты ВОЗ также относят рост числа заболеваний и смертельных исходов по причине экстремальных метеоусловий, например, сильной жары. World Watch Institute в 1996 году также опубликовал результаты исследования, согласно которым изменения окружающей среды могут привести к возникновению и стремительному распространению эпидемий.

Южноамериканские исследователи предостерегают от угрозы распространения на обширных территориях таких болезней, как тропическая лихорадка (лихорадка Денге), малярия, лейшманиоз

и американский трипаносомоз, поскольку в результате изменения климата инкубационный период этих болезней может стать более продолжительным.

Впрочем, не все ученые видят будущее таким трагичным. Пол Рейтер<sup>1</sup>, руководитель энтомологического отдела лаборатории, занимающейся по поручению правительства США исследованием денге в Пуэрто-Рико, пишет: «Большинство людей при упоминании малярии представляют себе тропическую болезнь, что абсолютно неверно. До весьма недавнего времени она была широко распространена в Европе и Северной Америке. В 1880-е годы почти вся территория Соединенных Штатов и часть Канады были охвачены эпидемией малярии. Когда в 1946 году был основан Центр контроля и профилактики заболеваний (CDC), его основной задачей было искоренение малярии в США. В Европе данное заболевание было распространено вплоть до самых северных регионов, т. е. в том числе в Норвегии, Швеции и Финляндии. В 1920-е годы эпидемия в Советском Союзе, распространившаяся вплоть до полярного круга, унесла жизни сотен тысяч человек. Одной из последних европейских стран, где была побеждена малярия, была Голландия. Это произошло в 1970 году. Переносчик лихорадки Денге припеваючи жил в Северной Америке 300 лет, на протяжении которых там бушевала эпидемия. Самая первая эпидемия была зарегистрирована в Филадельфии в 1780 году. В 1922 году ею были охвачены все южные штаты. В одном Техасе было зарегистрировано 500 000 случаев болезни».

Далее Рейтер пишет о том, что климат — это лишь один, причем далеко не самый важный фактор, благоприятствующий или, наоборот, препятствующий возникновению малярии. Гораздо более важными он считает социальную организацию и профилактическое обследование населения. В принципе дискуссии о последствиях изменения климата изначально предполагали также в целом обсуждение относительной значимости условий окружающей среды. В отличие от общественного строя, свою окружающую среду каждый из нас может — по крайней мере, в краткосрочной перспективе — контролировать самостоятельно.

При выявлении эпидемического заболевания социально-экономические факторы имеют гораздо большее значение, чем климат. В северных регионах Мексики, к примеру, в тысячи раз

---

<sup>1</sup> *Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease // Environmental Health Perspectives. 2001. Nr. 109. Supplement 1. P. 141–161.*

больше случаев заболеваний лихорадкой Денге, чем на юге Техаса<sup>1</sup>. Климат в этом районе, площадь которого равна 100 км<sup>2</sup>, одинаковый, равно как и ареалы разносчиков заболеваний, однако социальные практики и доступность системы общественного здравоохранения существенно различаются. В Мексике принято вечерами собираться вместе большой компанией под открытым небом, где комары ищут себе пропитания. К северу от границы люди предпочитают оставаться в помещениях с кондиционером и вместе смотреть телевизор. Кондиционер – такое же средство адаптации к климату, как пребывание на улице прохладными вечерами. Одни ругают кондиционеры, считая их опасными для здоровья, других они защищают от болезней, переносимых насекомыми, и жары. Конечно, мы и в этом случае ратуем за серьезное отношение к проблеме влияния климата на здоровье, однако изучение этой темы должно основываться на надежных методах и междисциплинарном подходе, а не на непроверенных утверждениях вроде того, что распространение малярии можно определить, исходя из климатических характеристик. Этим простым территориальным подходам присущи две общие особенности, а именно апеллирование к наивному мышлению и недооценка других значимых факторов, прежде всего социальных. До сих пор социальные и гуманитарные науки лишь очень незначительно продвинулись в направлении раздельного изучения воздействия климатических изменений на социальную и экологическую системы. Определение последствий изменений в естественной среде и климатическом контексте существования человека всегда характеризуется высокой степенью неопределенности.

Еще сложнее оценить социальные, культурные и политические последствия – не только с целью уточнения предстоящих опасностей, но и для того, чтобы проследить реакцию общества на предсказание этих опасностей, независимо от их достоверности. Конечно, мы знаем, что такие последствия будут, но сложность заключается в том, чтобы понять, как именно они будут выглядеть и как их можно смягчить.

На сегодняшний день, поскольку мы не замечаем в нашей повседневной жизни антропогенных изменений климата, а вынужде-

---

<sup>1</sup> *Gubler D. et al. Climate Variability and Change in the United States: Potential Impacts on Vector- and Rodent-Borne Diseases // Environmental Health Perspectives. 2001. Nr. 109. P. 223–233.*

ны полагаться на исследования климатологов, реакция политиков и общества также основывается на этих прогнозах и их интерпретациях, а не на уже наступивших, очевидных для всех фактах.

Политика в области защиты климатической системы представляет собой реакцию не на фактические изменения климата, а на их ожидания. В связи с этим крайне сложно спрогнозировать последствия изменения климата или влияние ответных и превентивных политических мер. Нельзя просто экстраполировать существующие системы ценностей, технологии, социальные структуры и процессы в будущее. Это тем более касается современного общества, для которого характерен не только быстрый и постоянно растущий темп социальных трансформаций, но и усиливающаяся неспособность крупных социальных институтов, таких как государство или наука, находить и претворять в жизнь адекватные, социально приемлемые решения многих существующих проблем. Современные общества, образующим началом которых служит знание и которые поэтому можно назвать обществами знания<sup>1</sup>, в отличие, скажем, от индустриальных обществ, характеризуются среди прочего ростом относительного влияния малых социальных групп по сравнению с крупными институтами, такими как государство, экономика, церкви, партии и так далее. С увеличением власти и влияния малых социальных групп и общественных движений все труднее становится реализовать в плановом порядке какие-то общегосударственные преобразования, к которым, безусловно, относятся и меры национальной или даже мировой климатической политики. Другими словами, абсолютно любая климатическая политика будет менее последовательной и надежной, чем сам климат. Это, впрочем, не означает, что политические меры в сфере защиты климата будут носить исключительно случайный характер. Климатическая политика будет отражать существующие политические и идеологические отношения, интересы и конфликты.

*б) Политика в сфере защиты климата:  
технократический подход*

К прямым социальным последствиям климатических изменений относится прежде всего вопрос о необходимости и характере климатической политики. На конференции по окружающей среде и развитию (UNCED) ООН летом 1992 года в Рио-де-Жанейро главы

<sup>1</sup> Ср. Stehr N. The Fragility of Modern Societies. Knowledge and Risks in the Information Age. London: Sage, 2001.

правительств и государств пришли к выводу о необходимости принятия мер по защите климата. Их единодушие в этом вопросе стало сигналом к началу глобальной климатической политики.

Однако в последующие годы странам-участницам ООН было сложно договориться о конкретных шагах, в частности, в сфере ограничения выбросов парниковых газов. Расхождения в интересах, вставшие на пути реализации политических мер по защите климата, оказались очень большими. Например, те государства, чья экономика основана главным образом на добыче нефти и угля, не заинтересованы в сокращении выбросов. С другой стороны, государства с относительно низким уровнем экономического развития ждут, когда первый шаг сделают более обеспеченные страны.

Общепринятый подход, для краткости обозначенный нами как «технократический», можно изобразить в виде модели Хассельманна «Глобальная окружающая среда и общество» (ГОСО, см. рисунок 32)<sup>1</sup>. При этом мы исходим из того, что в процессе хозяйственной деятельности (ячейка «Экономика, общество») люди создают блага, но одновременно загрязняют окружающую среду. Загрязнения окружающей среды – это не только выброс парниковых газов, но и выжигания тропических лесов. Загрязнения влияют на окружающую среду (см. соответствующую ячейку в схеме) и становятся причиной изменений, таких, например, как уже упоминавшееся расширение ареала малярийного комара или повышение уровня моря у побережья. Эти изменения в окружающей среде, в свою очередь, влияют на экономику и общество, обуславливая необходимость ответных мер, например, в сфере здравоохранения или защиты берегов от разрушений. Эти меры требуют использования ресурсов, которые в противном случае пошли бы на производство товаров и услуг. Таким образом, загрязнение окружающей среды приводит к снижению экономического потенциала страны.

Итак, существует возможность влиять на ситуацию посредством политических мер, в частности, путем введения экологического налога, запретов, административных предписаний и так далее. Любая подобная мера требует ресурсов, но в то же время уменьшает ущерб, наносимый окружающей среде. Поэтому лучшая политика – это та, которая позволяет экономике достигнуть максимальной производительности. Последняя рассчитывается как разность

---

<sup>1</sup> *Hasselmann K. How well can we predict the climate crisis? // Siebert H. (Ed.) Environmental Scarcity – the International Dimension. JCB Mohr, Tübingen, 1990. P. 165–183.*

произведенных благ и затрат на адаптацию к экологическому ущербу («адаптационные расходы») и на их предотвращение («профилактические расходы»). Таким образом, речь идет о проблеме управления или оптимизации. При этом неважно, в каких единицах измеряются затраты и производство: это могут быть как денежные единицы (евро или доллары), так и духовно-нравственные.

ГОСО-модель можно изобразить в виде математической формулы. Для этого из сценариев на основе сложных, приближенных к реальности климатических моделей выводятся специальные модели. Для описания затрат на адаптацию и проведение профилактических мер, как правило, берутся несложные формулы функционирования национального хозяйства. При построении подобных моделей обычно исходят из того, что мировое правительство может в приказном порядке установить уровень выбросов. В этом случае можно рассчитать «оптимальный» вариант развития<sup>1</sup>. Данная модель даже получила прямой политический резонанс, поскольку результаты расчетов были использованы Белым домом при подготовке к Конференции по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Если верить ГОСО-модели, то «оптимальным» было бы незначительное снижение выбросов CO<sub>2</sub>.

Как мы могли видеть, ГОСО-модель исходит из фикции мирового правительства, которое в полной мере осведомлено о нынешних и будущих процессах и об их возможных изменениях в результате политических мер и на базе этого знания принимает и реализует рациональные решения.

От допущения о «мировом правительстве», лежащего в основе этих моделей, можно отказаться. Вместо этого можно отталкиваться от существования нескольких договаривающихся сторон, которые стремятся максимизировать свою собственную выгоду. Чтобы сделать эту модель более точной, обратимся к математической теории игр. О том, что это отнюдь не тривиальный ход, свидетельствует так называемая «проблема безбилетника» (*free-rider-problem*). Предположим, что 100 государств подписали протокол о сокращении выбросов. На каждое государство приходится своя доля выбросов, и все они страдают от последствий. С момента подписания протокола все государства несут какие-то расходы в связи с уменьшением выбросов, но и имеют какую-то выгоду. Если

---

<sup>1</sup> *Nordhaus W. D. To slow or not to slow: the economy of the greenhouse effect // Econ. J. 1991. Nr. 101. P. 920–937.*



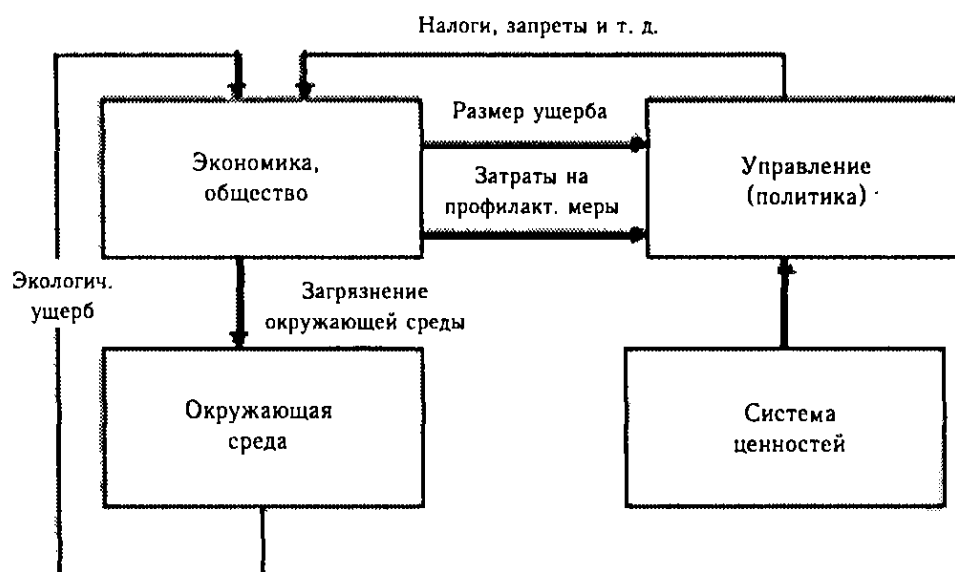


Рис. 32. ГОСО-модель Клауса Хассельманна

же одно из 100 государств решит не присоединяться к протоколу (становясь, таким образом, «безбилетником»), то это очень незначительно отразится на общем сокращении выбросов, так что все государства, включая страну, не подписавшую общее соглашение, по-прежнему будут иметь определенную выгоду. Однако в нашем случае только 99 из 100 государств будут за эту выгоду платить. Сотое государство не будет нести непосредственные расходы, а будет только пользоваться возникшими преимуществами. Более того, оно может добиться большей выгоды, увеличив свои выбросы. Однако этот аргумент действителен для каждого из 100 государств, в связи с чем встает вопрос: имеет ли смысл, с точки зрения каждой отдельной страны, присоединяться к договору? В любом случае существуют вполне понятные причины этого не делать.

Можно также ослабить постулат «полноты знания» всей значимой информации. По ряду факторов в ГОСО-модели можно допустить некоторые статистические неопределенности, в частности, в отношении будущих затрат или постепенных естественных колебаний климата. Тогда математическая модель станет стохастической управленческой проблемой, которую довольно сложно решить. Для статистического отображения неточностей необходимо сделать ряд допущений, например, о том, что в большинстве случаев информация верна, а реализуемые меры оказывают определенное воздействие. Приложимы ли эти допущения к социальным процессам, сказать сложно. Достаточно вспомнить об увлечении фундамен-



талистскими религиозными движениями, буквально трактующими библейский призыв «плодитесь и размножайтесь, и наполняйте землю». Такое развитие потребовало бы кардинального пересмотра «функции затрат», которую вряд ли можно было бы представить как статистическое колебание.

Другая проблема модели ГОСО связана с тем, что наряду с приближенными к реальности климатическими моделями необходимо использовать также приближенные к реальности экономические модели, что, однако, сложно сделать по целому ряду причин. Во-первых, практически невозможно решить задачу оптимизации при высоко комплексных единичных модулях. Во-вторых, как уже говорилось выше, на основе приближенных к реальности моделей глобального климата сложно описать развитие локального климата, что, однако, необходимо, поскольку ущерб наносится именно локальному климату. Наконец, приближенные к реальности экономические модели, в отличие от моделей климатических, в силу своей эмпирической привязанности к существующим структурам и текущим процессам действительны только для сравнительно небольшого временного периода, охватывающего в лучшем случае несколько десятилетий. Но так как временные шкалы климатических измерений простираются на многие десятки и даже сотни лет, применение приближенных к реальности экономических моделей оказывается нецелесообразным. Поэтому используются сильно упрощенные («агрегированные») модели, не учитывающие таких подробностей, как разветвленность и внутренние связи национальных экономик. Таким образом, модель «Глобальная окружающая среда и общество» может служить главным образом для демонстрации и объяснения фундаментальных структур, но на ее основе нельзя сформулировать конкретные требования и предложить конкретные решения.

*с) Политика в области защиты климата:  
значение восприятия*

Помимо методологической критики, изложенной в предыдущем разделе, против модели ГОСО существует ряд более принципиальных возражений, самое важное из которых связано с тем, что данная модель представляет социальную действительность исключительно с точки зрения экономических закономерностей и господствующих в экономике ценностей.

Еще один недостаток технократического подхода заключается в допущении, что наше общество и его ценностная система реагируют на «информацию» о релевантных, т. е. устойчивых и, соответственно, низкочастотных «сигналах об изменении климата» и в состоянии отделить эту релевантную информацию от «шума», т. е. постоянных, не зависящих от сигнала естественных колебаний климата и экстремальных явлений.

Нам такое положение вещей кажется маловероятным. Надежным свидетельством сложностей в обращении с климатическими процессами и явлениями служит тот факт, что сегодня абсолютно все необычные метеоусловия трактуются общественностью как доказательство изменения климата. Возвращение сильных морозов в Германию зимой 1996–1997 года, чрезвычайно сильные дожди на Гавайских островах в январе 1997 года, сильнейший снегопад, парализовавший жизнь канадских городов Виктории и Ванкувера в декабре 1996 года, наводнения и штормы в Калифорнии и Вашингтоне в январе 1997 года, ледяной шторм в канадских провинциях Квебек и Онтарио в начале 1998 года – все эти события интерпретировались представителями СМИ и отдельными учеными как убедительное свидетельство глобального изменения климата. Так, например, «Boston Globe» от 4-го октября 1997 года пишет: «Невиданные снежные бури на прошлой неделе – еще одно напоминание о том, что в последние годы мы стали свидетелями самой изменчивой и самой экстремальной погоды, которую когда-либо наблюдало человечество. Это верно и в отношении других регионов страны и мира, как можно заключить из серии ураганов и таяния снегов в северо-западной части Тихого океана в январе и из рекордно высокого уровня воды во время разлива реки Огайо в прошлом месяце. Эту нестабильность можно рассматривать как первое подтверждение повышения температуры воздуха и воды в океане, произошедшее за последние сто лет по причине сжигания ископаемого топлива».

Зимой 1996/97 г. в привычных к бурям северных землях Германии бурь как раз не было. Вместо этого всю зиму держалась необычно ровная погода, а недостаток осадков зимой привел к тому, что весна была засушливой, с высокой опасностью возникновения пожаров на полях. Странно, но в этом случае ни одному журналисту не пришло в голову обратиться к климатологам с вопросом, а не предвещает ли отсутствие бурь катастрофу. Капризы погоды – это нормально. В силу высокой естественной изменчивости крайне

сложно определить, выходят ли аномальные метеоусловия по своей частоте или интенсивности за пределы нормы.

Также ошибочно полагать, что с помощью сильно упрощенных моделей социальной деятельности можно получить практические знания, позволяющие перевести требования климатической политики в простые схемы реагирования на изменяющиеся условия жизни на региональном, национальном или международном уровне. Способность систем к обучению, инертность институтов, существующие и зарождающиеся специфические интересы многочисленных социально значимых групп (общественных движений, партий, международных организаций, экономических предприятий), нравственные и политические конфликты, уменьшение влияния крупных социальных институтов, непредсказуемые последствия внутренней динамики социального, политического и экономического развития — все это подводит нас к выводу о том, что такого рода модели, изначально разработанные для гораздо менее универсальных и комплексных контекстов, а именно для отдельных аспектов экономического действия, вряд ли могут лечь в основу реализуемых на практике рекомендаций к действию.

Мы предлагаем заменить модель ГОСО моделью ВОСО («Воспринимаемая окружающая среда и общество»), которая представлена в виде схемы 24. Она отличается от модели ГОСО всего двумя дополнительными ячейками: это «эксперты», информирующие общественность о колебаниях климата и объясняющие их причины, и сама «общественная интерпретация», адаптирующая объяснения экспертов к культурно заданным когнитивным моделям общества.

Согласно модели ВОСО, наиболее вероятны следующие ситуации:

В случае постепенного, антропогенного или естественного изменения климата и подготовки общественности со стороны заслуживающих доверия инстанций сам по себе медленно зарождающийся сигнал почти или совершенно не воспринимается, однако независимые, но устойчивые экстремальные явления убеждают общественность в существовании этого медленного сигнала. Активная адаптационная или профилактическая политика возможна, вопрос о ее адекватности происходящему остается открытым.

В том случае, если происходит постепенное, антропогенное или естественное изменение климата, а общественность не ожидает этого изменения, имеет место пассивная адаптация к изменению без сознательного ознакомления с сутью происходящего. Аномаль-

ные и экстремальные эпизоды справедливо трактуются как естественные явления.

Если постепенного изменения климата не происходит, а общество его ждет, то при наступлении природного явления, совпадающего с этим ожиданием, оно будет воспринято как доказательство существования сигнала, а последующие меры будут определяться действующими в данный исторический момент нормами.

Если постепенного изменения климата не происходит, и общество его не ждет, то независимо от климатических экстремумов жизнь общества будет протекать по принципу «business as usual».

### *Модель «Воспринимаемая окружающая среда и общество»*

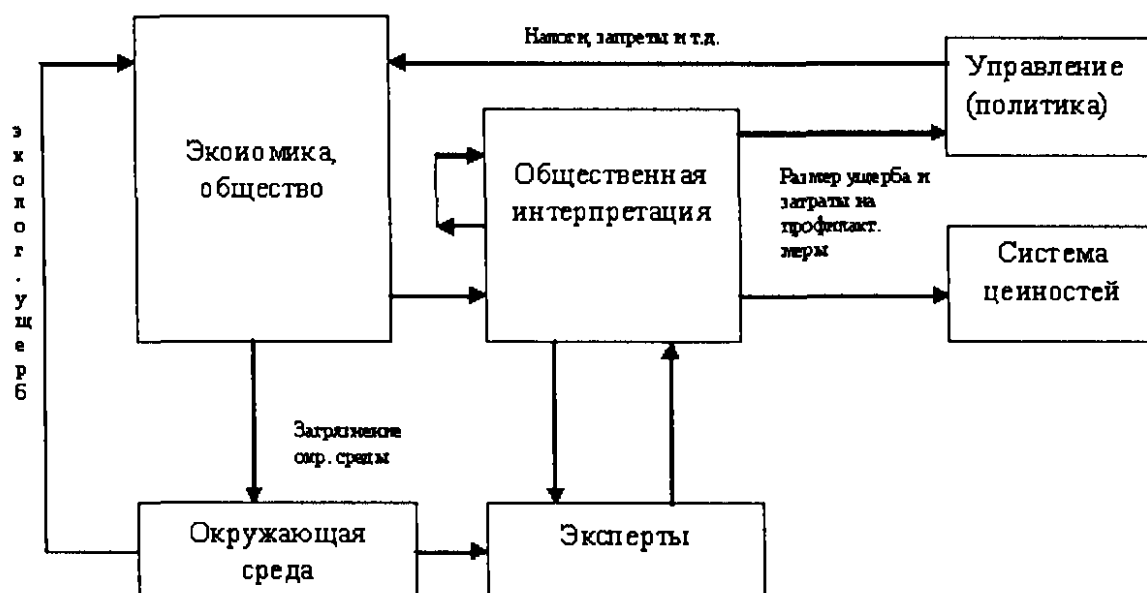


Рис. 33. ВОСО-модель Ханса фон Шторха и Нико Штера

Чаще всего в истории, безусловно, встречается третья ситуация. Примером может служить английское общество в 1314–1317 годы. Эти годы были особенно неурожайными, в основном из-за постоянных дождей в летний период. Из-за последовавшего голода стали появляться различные болезни, что привело к резкому росту смертности и социальной напряженности. В предшествующие неурожайные годы церковь, пользовавшаяся в те времена особым доверием и влиянием, неустанно грозила своей пастве гневом божьим, пытаясь обратить ее на путь благочестия. Неблагоприятная погода, сгубившая урожай, была истолкована «экспертами» того времени как кара божья. Чтобы отвратить или смягчить дальнейшие наказания, церковь проводила своеобразную «климатическую политику»:

архиепископ Кентерберийский настоял на том, чтобы по всей стране прошли покаянные богослужения и процессии, были принесены жертвы, чтобы люди давали милостыню, постились и молились. Результат вполне можно было назвать успешным, так как следующее лето уже не было дождливым, и урожайность нормализовалась (ср. Stehr, von Storch 1995).

Примером второй ситуации – «изменение без ожидания» – могут служить 1920–1930-е годы, когда «средняя по Земле» температура за несколько лет изменилась на 0,5 °C. Это изменение было описано учеными и соотнесено с антропогенным парниковым эффектом<sup>1</sup>. Однако оно не получило общественного резонанса, по всей видимости, из-за того, что гораздо более важными на тот момент казались другие события и конфликты, связанные с установлением нового политического порядка после окончания первой мировой войны, с мировым экономическим кризисом и формированием тоталитарных режимов.

Пока остается спорным вопрос о том, можно ли отнести нынешнее предсказанное глобальное потепление климата из-за выбросов парниковых газов к первой категории случаев. В 1970-е годы эта проблема активно обсуждалась в научных кругах, а в 1980-е она стала главной темой климатологических и экологических исследований. Экстремальные погодные явления, растущее экологическое сознание и различные публичные предостережения ученых пробудили интерес СМИ и общественности к данной проблематике. Параллельно с этим возросли страхи и обеспокоенность по поводу социальных последствий изменения климата.

Приведем несколько примеров экстремальных погодных явлений в 1990-е годы.

В связи с засухой, имевшей место в США летом 1988 года, известный американский исследователь климата Джеймс Хэнсен (род. в 1941 г.) на слушаниях в американском Сенате заявил, что он «на 99% уверен» в том, что засуха вызвана дополнительным парниковым эффектом. Методологические обоснования этого заявления довольно слабые; альтернативное объяснение соотносит засуху в Северной Америке с особой констелляцией температуры поверхностных вод Тихого океана. Несостоятельность гипотезы Хэнсена подтверждается еще и тем фактом, что после 1988 года засух не было.

---

<sup>1</sup> Kincer J. B. Is our climate changing? A study of long-term temperature trends // Monthly Weather Review. 1933. Nr. 61. P. 251–259.

В северной Европе важным поводом для общественных дебатов о глобальном потеплении послужила серия штормов зимой и весной 1991 и 1993 года. Здесь даже видные ученые, с теми или иными оговорками, утверждали, что частота и интенсивность штормов, в частности на Северном море, увеличились, и, по всей видимости, это связано с усилением парникового эффекта. Впоследствии это утверждение было опровергнуто, однако общественность уже не обратила на это никакого внимания.

Этот список можно было бы продолжить недавними примерами. Возможно, читателю будет интересно узнать, что современная привычка объяснять необычные события глобальным потеплением вошла в моду еще в конце 1980-х годов.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что общество воспринимает не климат как таковой, а наблюдения и предостережения экспертов, а также их комментарии в связи с экстремальными метеорологическими явлениями. Конечно, можно было бы сравнить высказывания ученых с естественной очередностью экстремальных событий и природных аномалий, однако в современном обществе климат воспринимается в основном через социально заданный фильтр. Это отфильтрованное отображение фактической климатической системы мы называем «социальной конструкцией климата». Истинность и надежность впечатлений, получаемых слушателем или читателем таким путем, зависит главным образом от источника соответствующих высказываний. От самого климата значение подобной информации практически не зависит.

Доверие к экспертам (в нашем случае — к науке или к церкви), отсутствие других серьезных проблем, а также то, как эти вопросы освещаются (или не освещаются) в СМИ разных стран, в целом больше влияют на общепринятое понимание климата, чем фактические климатические явления. В других странах более значимыми считаются другие проблемы. Так, например, в Китае для населения важнее обеспечение семей холодильниками, чем проблема влияния хладагентов на климат; в Бангладеш удовлетворение первичных потребностей населения (и в том числе защита от опасностей, связанных с естественной переменчивостью климата) приоритетнее возможного увеличения уровня моря. Отсюда следует, что анализ климата и его влияния, хотим мы этого или не хотим, неизбежно включен и должен быть включен не только в изучение естественных климатических колебаний, но и в комплексную проблематику восприятия (или невосприятия) естественных изменений нашего климата и научных исследований в этой области.

## 5. МАНИФЕСТ ПРОЕКТА «ZEPPELIN» О ЗАЩИТЕ КЛИМАТА

Политика по защите климата, поддерживаемая влиятельными научными кругами, как правило, действует односторонне и поэтому не в состоянии разрешить существующую проблему. Едва ли не все меры, до сих пор реализуемые под эгидой защиты климата, связаны с энергетикой, транспортом, промышленностью и ведением хозяйства, т. е. это меры по экономии энергии, повышению эффективности и созданию соответствующих правовых условий.

Однако угрозу, которую климатические изменения представляют для основ жизнедеятельности общества, невозможно устранить путем исключительно охранных мер, тем более что многие из этих мер носят символический характер. Необходимы дополнительные эффективные усилия со стороны науки, политики и экономики для адекватного реагирования на климатические риски, которые существуют уже сегодня, а в будущем только усилятся, несмотря на успешную политику по защите климата. Такую защиту нельзя выстраивать уже после катастроф, вызванных метеорологическими экстремумами. Ее реализация должна происходить в режиме предупреждения, но пока достичь этого не удастся.

До сих пор бытует мнение, что принятие решительных предупредительных мер в дополнение к ныне действующей политике по защите климата равносильно признанию того, что эта политика провалилась. Такая аргументация недальновидна и необоснованна.

Направленность климатической политики исключительно на сокращение парниковых газов не ведет к желаемой цели, коль скоро она препятствует предупредительным мерам. Такой односторонний подход в исследованиях и в политике в ближайшие десятилетия уже не сможет защитить ни климат от общества, ни общество от климата.

Проект «Zeppelin» принимает вызов реальности и отражает ее требования в своем манифесте:

### **1. Сокращения выбросов CO<sub>2</sub> недостаточно.**

В отношении потепления климата речь не идет о мимолетном, временном или скоротечном явлении. Это утверждение крайне важно, поскольку нередко возникает — осознанное или неосознанное — впечатление, что климат за короткий промежуток времени можно изменить в ту или иную сторону.

Сокращение выбросов означает лишь снижение темпов роста концентрации парниковых газов в атмосфере. На самом деле и это было бы уже большим шагом вперед. Однако долгосрочное предупреждение глобального потепления требует очень сильного сокращения выбросов парниковых газов, т. е. сведения антропогенных эмиссий едва ли не к нулю. Для того, чтобы возросший уровень концентрации  $\text{CO}_2$  вернулся к изначальному, т. е. доиндустриальному уровню, должно пройти немало времени — от нескольких десятилетий до нескольких веков.

Почему важно помнить о продолжительности этого периода? С одной стороны, это свидетельствует о масштабе усилий, необходимых для эффективного противодействия потеплению климата; с другой стороны, это исходная точка для дальнейших рассуждений об общественно необходимом реагировании на последствия потепления климата.

## **2. Экономия энергии не защищает от опасностей.**

Адаптация и профилактика, т. е. сокращение выбросов, по сути являются правильными стратегиями, которые необходимо реализовывать одновременно. Однако обычно они оказываются двумя взаимоисключающими альтернативами. Адаптация к климатическим опасностям лишь при определенных условиях может привести к сокращению выбросов; точно так же и профилактические меры, направленные, в частности, на экономию энергии, лишь в редких случаях способны снизить связанные с изменением климата угрозы для основ жизнедеятельности общества. Обе эти стратегии объединяет то, что их реализации способствуют технологические инновации и особенно социальные изменения. Только реалистичная оценка и публичное обсуждение опасностей, обусловленных изменением климата, могут создать предпосылки для понимания способа и масштаба необходимых общественных трансформаций. При этом положительная атмосфера, благоприятная для продвижения и общественного признания инноваций, будет полезна не только для активной политики в области защиты климата.

**3. Политика в области защиты климата должна одновременно реализовывать две стратегии.** Ограничительные меры в любом случае полезны и необходимы. То же самое можно сказать и о мерах адаптации: они оказывают длительное, устойчивое воздействие, даже если ограничительные меры были приняты позже. Чем эффективнее сокращение, тем более действенны — в долгосрочной перспективе — адаптационные меры.



#### **4. Опасная односторонность борьбы с CO<sub>2</sub>.**

Давайте проведем мысленный эксперимент и предположим, что человечеству удалось достичь сокращения эмиссий углекислого газа на 80% в год. Когда при этих условиях климатическая система придет в новое «равновесие»? Лишь через несколько десятков лет. Другими словами, начавшееся изменение климата невозможно остановить за один день даже ценой невероятных усилий по минимизации воздействия на окружающую среду.

Климатическая политика, направленная исключительно на смягчение отрицательных последствий и пренебрегающая адаптационными мерами, является безответственной, так как она отрицает повышенную уязвимость общества в последующие десятилетия. Такая политика, цель которой – защита климата от общества, а, следовательно, общества от самого себя, принесет плоды лишь в отдаленном будущем.

Показательный пример односторонности дискуссии и политических мер в сфере защиты климата – это понятие «смерти от жары», часто употребляемое журналистами без каких-либо особых эмоций. Как если бы люди были беззащитными жертвами природы, а не общества, бросающего их на произвол судьбы в условиях экстремальной жары и не защищающего наиболее уязвимые группы населения! Говорить о «смерти от жары», как это было жарким летом 2003-го, значит выгораживать общины, региональные и федеральные власти, не справившиеся со своими профилактическими задачами. Употребление этого понятия говорит о том, что лежащие в его основе события будут повторяться и впредь.

#### **5. Время для реализации программы «мир без CO<sub>2</sub>» упущено.**

Существует по меньшей мере три важные причины, по которым политика, общество и экономика должны в срочном порядке взяться за реализацию не только ограничительных, но и профилактических мер:

а) Устойчивое воздействие сокращения выбросов не совпадает по времени с изменением климата. Положительные результаты уменьшения эмиссий парниковых газов проявятся лишь в далеком будущем. Если речь идет о том, чтобы ограничить изменение климата, то даже значительное уменьшение выбросов углекислого газа – запоздалая мера. Ввиду практически ничем не ограниченных выбросов в прошлом и в настоящем можно с уверенностью говорить о том, что изменение климата будет влиять на условия жизнедеятельности человека в будущем. Трудность создавшейся

ситуации заключается в том, что хронологическая шкала изменения окружающей среды не совпадает со шкалой политической конъюнктуры в демократических странах, поскольку шкала конъюнктуры меняется в зависимости от выборных периодов и циклов внимания.

б) Угроза климатически обусловленных экстремальных событий, таких как ливни, наводнения и жара, всегда была высокой во многих регионах мира и остается таковой и сейчас. Достаточно вспомнить ураган, обрушившийся на Новый Орлеан в 2005 году, штормовой прилив на балтийском берегу Германии в 1972 году или Голландии в 1953 году, или же ураган Митч в 1998 году. Уязвимость основ жизнедеятельности человека увеличивается параллельно с ростом народонаселения в регионах риска, где все больше людей оказываются без защиты общества и не в последнюю очередь по экономическим причинам становятся жертвами экстремальных метеорологических явлений.

в) Те регионы, где основы жизнедеятельности особенно сильно страдают от последствий глобального изменения климата, уже сегодня справедливо и все более настойчиво требуют, чтобы мировое сообщество позаботилось и об их защите, а не только о защите климата.

## **6. Киотский протокол провалился.**

Особенно наглядно политика мирового сообщества и Германии в области защиты климата представлена Киотским протоколом. Речь в нем идет исключительно о вопросах минимизации вредных воздействий. Впрочем, человечество вряд ли сможет реализовать цели протокола, срок действия которого истекает в 2012 году. Успешная реализация так называемого «механизма чистого развития» (CDM – Clean Development Mechanism), предполагающего сокращение выбросов CO<sub>2</sub> во всем мире, при сохранении всех прочих условий всего на одну неделю отсрочило бы достижение уровня мировых выбросов, который был бы достигнут без действия Киотского протокола.

В настоящее время развивающиеся и пороговые страны, в первую очередь Индия и Китай, не обязаны сокращать выброс парниковых газов. Мы не располагаем точными данными о выбросах парниковых газов в этих государствах, но, по-видимому, можно исходить из того, что их доля в мировых эмиссиях постоянно растет. В будущем развивающиеся страны будут выбрасывать в атмосферу еще больше вредных для климата парниковых газов. К 2012 году

совокупная эмиссия в первую очередь диоксида углерода, вероятно, будет увеличиваться и в развитых странах, несмотря на все усилия по ее сокращению.

Подход, воплощенный в Киотском протоколе и представляющий собой рестриктивное глобальное планирование, провалился. Дальнейшая реализация этой стратегии, основанной на гегемониальном, плановом менталитете, не приведет к поставленной цели.

По этой причине антропогенное изменение климата продолжается и в будущем будет только усиливаться. Чтобы повернуть это движение вспять, понадобятся десятилетия или даже столетия.

#### **7. Стратегия адаптации политически легко реализуема.**

Несмотря на противоречивые позиции политических партий и их сомнения по поводу необходимости публичного обсуждения профилактических мер в сфере охраны климата, адаптация как предупредительная мера может быть довольно легко реализована и обоснована политически. Кроме того, она обладает громадным преимуществом: результаты ее реализации будут ощутимы в обозримом будущем. Если необходимо решить какую-либо проблему с помощью инноваций в науке и технике, то это проще сделать в рамках реализации адаптационных мер.

#### **8. Адаптация должна учитывать региональные особенности.**

Последствия потепления варьируются в зависимости от региона и климатической зоны. Поэтому необходимы профилактические обследования для расширения наших знаний о региональных изменениях. К чему именно нам нужно адаптироваться? В рамках реализации адаптационных стратегий проще достичь сразу нескольких целей, поскольку обычно они носят локальный или региональный характер, и поэтому пути их реализации можно варьировать. Улучшение качества жизни, сокращение социального неравенства и расширение политического участия не исключают друг друга.

#### **9. Разделение труда между ЕС, федеральными и региональными властями.**

Двоякая задача адаптации и предупреждения предполагает также разумное разделение труда. В сферу компетенции ЕС и федеральных властей входит создание рамочных условий, ограничивающих выбросы, тогда как региональные и муниципальные службы должны заниматься главным образом вопросами защиты общества от климатических рисков. В реальности мы видим, что соответствующие учреждения и работники, отвечающие за конкретные во-

просы, например, охрану побережья или гамбургский порт, решают специфические задачи по адаптации.

#### **10. Бессмысленность «воскресений без машин».**

В публичной дискуссии до сих пор правильным и добродетельным считается только избегание вредных воздействий, несмотря на то, что обычно это чисто символические и в основном неэффективные акции, такие как воскресенья без машин, отказ от дальних поездок или публичные мероприятия. Такое восприятие проблемы опасно потому, что у участников этих акций возникает впечатление достаточного вклада в дело защиты климата. При этом не происходит пересмотра или развития общественного участия в направлении профилактических мер и необходимых социальных изменений, крайне важных для защиты общества от меняющегося климата и, следовательно, для уменьшения угрозы для основ человеческой жизнедеятельности. Их эффективная защита требует превентивных мер в ближайшие годы и десятилетия. Сейчас важно именно это.

### **6. ВЫВОДЫ**

В своей книге мы попытались показать, что климат как объект исследования не является прерогативой естественных наук. Это тем более верно тогда, когда речь идет об информировании общественности и консультировании политиков в отношении того, как следует реагировать на концепции и предостережения со стороны ученых-климатологов.

Как и большинство естественных наук, климатология действует, не оглядываясь на собственную историю. О Сванте Аррениусе еще вспоминают, о Гае Стюарте Кэллиндэре вспоминают лишь немногие, а Брюкнер совершенно забыт. В пылу борьбы и восхищения всем новым исследованием, проводившиеся всего несколько десятилетий назад, быстро забываются. Если достижения ученых прошлого оказываются включенным в современный научный дискурс до того, как окончательно стерлись воспоминания об их научной работе, можно считать, что им повезло<sup>1</sup>. Особенно легко забывают-

<sup>1</sup> Роберт Мертон в своей книге «Социальная теория и социальная структура», впервые опубликованной в 1949 году, предложил для обозначения подобных процессов в науке понятие «стирания или забывания через поглощение» (obliteration by incorporation); это означает, что когда то или иное научное понятие становится частью повседневного языка науки, как правило, крайне сложно восстановить в памяти, кто был его автором или ввел его в язык науки.

ся ошибки, которые снова совершают с тем же энтузиазмом, что и прежде.

Социальные науки до сих пор не уделяли внимания влиянию окружающей среды на общество. Это и понятно ввиду сомнительного успеха климатического и биологического детерминизма. Однако в целом результат печален, так как самостоятельного социально-научного исследования климата практически не существует, и изучение этой сферы отдано на откуп естественным наукам.

Представление о том, что климат является одной из определяющих причин особенностей человеческого характера и поведения, на протяжении столетий было едва ли не неоспоримой догмой. Доктрина предопределенности человека особенностями климата была неотъемлемой частью научных и популярных объяснительных моделей. Сегодня более прочную основу нам обеспечивает убежденность в том, что климат задает лишь рамочные условия.

В то же время жизнедеятельность человека, в свою очередь, влияет на характер климатических условий. В исторические времена это влияние происходило в региональном масштабе, например, в результате изменения землепользования на больших территориях. Сегодня мы стоим на пороге глобальных изменений. Связанные с ними проблемы человек будет решать, как он уже делал это в прошлом. Пути решения определяет он сам.

Не следует путать ожидаемое изменение климата с естественными, обычными и экстремальными метеорологическими явлениями. Поскольку эти явления привлекают внимание общественности и довольно часто имеют серьезные последствия, они нередко ошибочно трактуются непрофессионалами как бесспорные признаки изменения климата. Некоторые журналисты, ученые и политики используют эти ошибочные интерпретации в своих корыстных интересах.

Наш век, как никакой другой исторический период, характеризуется сильным влиянием науки и техники на жизнь человека. Зависимость от науки и технических артефактов постоянно растет. Как это воспринимать — как счастье или как проклятие, зависит от точки зрения или мировоззрения очевидца этих процессов. Одобрение, вера и восхищение, которые когда-то, безусловно, вызывал научно-технический прогресс, уступили место скептицизму.

В XXI веке человечеству предстоят крупномасштабные изменения общественных ценностей, процессов и структур, а также технологий. При разработке адекватной климатической политики

можно и нужно ориентироваться на эту многоплановую динамику. Это означает, что можно быть скептиком в оценке возможностей климатической политики, но в то же время надеяться на научно-технологическое решение проблемы климата, с оптимизмом воспринимая промышленные инновации в области фильтрации, альтернативных источников энергии или повышения производительности.

Как же нам реагировать на всю эту информацию?

Важная задача для ученого заключается в том, чтобы всерьез отнестись к идее междисциплинарного изучения климата. Нам нужна «социальная» естественная наука, которая будет рассматривать общество как часть экосистемы под названием «Земля», но при этом не будет сводить внутреннюю, не переводимую в математические параметры динамику общества к экологическому детерминизму.

Что касается неспециалистов в этой сфере, то здесь хороший совет дала датская королева Маргрет II в своем новогоднем поздравлении в 1998 году:

«Иногда, когда мы представляем себе многочисленные актуальные проблемы современности, ситуация кажется необозримой: речь идет о распределении мировых ресурсов, о защите окружающей среды от загрязнения и хищнической эксплуатации, о выбросах углекислого газа и дырах в озоновом слое. Даже экспертам непросто разобраться во всем этом множестве проблем, не говоря уже о том, чтобы сформировать единое мнение о них. Но мы не должны поддаваться панике под влиянием жадных до сенсаций пророков, предрекающих скорый конец света; мы не должны, подобно стадным животным, напуганным одним упоминанием волка, метаться из одной стороны загона в другую. Это было бы так же безответственно по отношению к будущим поколениям, как и безучастное наблюдение за происходящим. Мы не можем позволить себе игнорировать актуальные проблемы современности».

## БИБЛИОГРАФИЯ

- Beck R. A.* Climate, liberalism and intolerance // *Weather*. 1993. Nr. 48. P. 63–64.
- Bernhardt K.* Klima und Gesellschaft // *Zeitschrift für Meteorologie*. 1981. Nr. 31. S. 71–82.
- Böhme G.* Was ist Natur? Charaktere der Natur aus der Sicht der modernen Naturwissenschaft // *Böhme G.* Natürlich Natur. Über Natur im Zeitalter ihrer technischen Reproduzierbarkeit. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992. S. 56–76.
- Bourdieu P.* Was heißt sprechen? Die Ökonomie des sprechlichen Tauschs. Wien: Braumüller, 1990.
- Bray D, von Storch H.* Inside Science – a preliminary investigation of the case of global warming // *MPI report* 1996. Nr.195. P. 58.
- Brückner E.* Klimaschwankungen seit 1700. Nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Wien and Olmütz: Hölzel. 1890.
- Cahalan R.* Kuwait oil fires as seen by LANDSAT // *Journal of Geophysical Research* 1992. Nr. 97. P. 14565–14570.
- Callendar G. S.* The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature // *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 1938. Nr. 64. P. 223–239.
- Cotton W. R., Pielke R. A.* Human Impacts on Weather and Climate. New York: Cambridge University Press, 1995.
- Douglas M.* Environments at risk // *Douglas M.* Implicit Meanings. Essays in Anthropology. London: Routledge and Kegan Paul, 1975 [1970]. P. 230–248.
- Dunlap R., Gallup G. H. Jr., Gallup A. M.* Of global concern. Results of the health of the planet survey // *Environment* 1994. Nr. 35. P. 7–15, 33–39.
- Elias N.* The Civilizing Process. Volume 2: Power and Civility. Oxford: Blackwell, 1982 [1939].
- Flohn H.* Die Tätigkeit des Menschen als Klimafaktor // *Z. Erdkunde*. 1941. Nr. 9. S. 13–22.
- Gadamer H.-G.* Der Anfang des Wissens. Stuttgart: Reclam, 1999.
- Godelier M.* The Mental and the Material. Thought, Economy and Society. London: Verso, 1986 [1984].
- Hann J.* Handbuch der Klimatologie. Stuttgart: J. Engelhorn, 1883.
- Herder J. G.* Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit. Zweiter Theil. Carlsruhe: Christian Gottlieb Schmieder, 1794.
- Hoheisel K.* Gottesbild und Klimazonen // Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (ed.) Heidelberg: Heidelberger Verlagsanstalt, 1993. S. 127–140.
- Hoinka K.* The tropopause: discovery, definition and demarcation // *Meteorologische Zeitschrift*. 1997. Neue Folge, Nr. 6. P. 281–303
- Houghton J. L., Jenkins G. J., Ephraums J. J. (Eds.)* Climate Change. The IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, 1990. P. 365.
- Houghton J. T., Callander B. A., Varney S. K. (Eds.)* Climate Change 1992. Cambridge University Press, 1992. P. 200.

*Houghton J. T., Meira Filho L. G., Callander B. A., Harris N., Kattenberg A., Maskell K. (Eds.)* Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge University Press, 1996. P. 572.

*Humboldt von, A.* Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, Erster Band. Stuttgart und Augsburg: Cotta, 1845.

*Huntington E.* Civilization and climate. Third edition, New Heaven, Yale University Press, 1924. P. 453.

*Huntington E., Visher S. S.* Climatic Changes. Their nature and causes. New Heaven, Yale University Press, 1922. P. 329.

*Johnson R. G.* Climate control requires a dam at the Strait of Gibraltar // EOS, Transactions of the American Geophysical Union. 1997. Nr. 78, 27, July 8.

*Joussaume S.* Klima. Gestern, heute, morgen. Springer Verlag, 1996.

*Kempton W., Boster J. S., Hartley J. A.* Environmental values in American culture. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1995.

*Kincer J. B.* Is our climate changing? A study of long-term temperature trends // Monthly Weather Review. 1933. Nr. 61. P. 251–259.

*Kutzbach G.* The Thermal Theory of Cyclones. A History of Meteorological Thought in the Nineteenth Century. American Meteorological Society, 1979.

*Lauer W.* Klimawandel und Menschheitsgeschichte auf dem mexikanischen Hochland // Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse / Akademie der Wissenschaften und Literatur Mainz. 1981. Nr. 2. P. 49.

*Leiserowitz A.* International Public Opinion, Perception, and Understanding of Global Climate Change. Report for Yale Project on Climate Change. New Haven, CT: Yale University, 2008.

*Lbdicke C.* The monastery of Andechs as station in early meteorological observational networks // Meteorologische Zeitschrift. 1997. Neue Folge, Nr. 6. P. 242–248.

*Luhmann N.* Soziologie des Risikos. Berlin: de Gruyter, 1991.

*Marsh G. P.* The Earth as Modified by Human Action. New York: Scribner, Armstrong and Co., 1874 [1964].

*Martin G. J.* Ellsworth Huntington. His Life and Thought. Hamden Connecticut. The Shoe String Press, 1973.

*Merton R. K.* Social Theory and Social Structure. New York: Free Press, 1968 [1949].

*Morgan M. G., Keith D. W.* Subjective judgments by climate experts // Environmental Science and Technology. 1995. Nr. 29. P. 468A–476A.

*Müller P., von Storch H.* Computer Modelling in Atmospheric and Oceanic Sciences – Building Knowledge. Springer Verlag Berlin– Heidelberg–New York, 2004.

*Nordhaus W. D.* To slow or not to slow: the economy of the greenhouse effect // Economy Journal. 1991. Nr. 101. P. 920–937.

*Nordhaus W. D.* The ghosts of climate past and the specters of climate future // Nakicenovic, Nordhaus, Richels, Toth (Eds.) Integrative Assessment of Mitigation, Impact and Adaptation to Climate Change. IIASA, May 1994. P. 35–62

*Philander, S. G. H.* El Nino, La Nina, and the Southern Oscillation. Academic Press, SanDiego (USA), 1990.



*Rebetez M.* Public expectation as an element of human perception of climate change // *Climatic Change*. 1996. Nr. 32. P. 495–509.

*Sorokin P. A.* Contemporary Sociological Theories. New York und London: Haper & Brothers, 1928.

*Stehr N.* Arbeit, Eigentum und Wissen: Zur Theorie von Wissensgesellschaften. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994.

*Stehr N.* Man and the environment: A general perspective // *Archives for Philosophy of Law and Social Philosophy*. 1978. Nr. 74. P. 1–17.

*Stehr N., von Storch H.* The social construct of climate and climate change // *Climate Research*. 1995. Nr. 5. P. 99–105.

*Stehr N., von Storch H.* Climate Works, An anatomy of a disbanded line of research // *Climatic Change*. 1998.

*Stommel H. M.* A View of the Sea. A Discussion between a Chief Engineer and an Oceanographer about the Machinery of the Ocean Circulation. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1987.

*Tahvonen O., von Storch H. & J.* Economic efficiency of CO<sub>2</sub> reduction programs // *Climate Research*. 1994. Nr. 4. P. 127–141.

*Umlauff F.* Das Luftmeer. Die Grundzüge der Meteorologie und Klimatologie nach den neuesten Forschungen. A. Hartlebens Verlag Wien Pest Leipzig, 1891.

*van Andel T.* New Views on an Old Planet. A History of Global Change. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

*von Storch H., Heimann M., Güß S.* Das Klimasystem und seine Modellierung. Eine Einführung. 1999.

*von Storch H., Zwiers F. W.* Statistical Analysis in climate research. Cambridge University Press, 1998.

*Virchow R.* Über Akklimatisation // *Sudhoff K., Virchow R.* und die deutschen Naturforscherversammlungen. Leipzig: Akademische Verlagsanstalt, 1922 [1885]. P. 214–239.

WASA Changing waves and storms in the Northeast Atlantic. Bulletin of the American Meteorological Society, 1998.

*Williamson H.* An attempt to account for the change observed in the middle colonies in North America // *Transaction of the American Philosophical Society*. 1771. Nr. 1.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

COADS ¶ 32

Societas Meteorologica Palatina 11, 20, 21

### А

Австралия 18, 38, 45, 56, 81, 106

Адаптация 45, 48, 57, 64, 140, 150, 155, 158

Акклиматизация 47, 48

Альbedo 36, 44, 91, 92

Анатомия 64

Античность 47

Аррениус Сванте 34, 36, 37, 135, 159

Архиепископ Кентерберийский 151

Атомная бомба 107, 131, 133

### Б

Барометр 9, 14

«Безбилетник» 147

Белый дом 146

Бернхардт, Карл Хайнц 59

Брюкнер Эдуард 67, 73, 104, 115, 131, 159

Бури 14, 48, 54, 81, 89, 100, 130, 149

Бьеркнес Вильгельм 38, 39

### В

Варнемюнде 15, 16

Ведьмы 49, 130

Верификация 37

Викинги 67

Вирхов Рудольф 47, 48

Водяной пар 35, 39, 43, 93

ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) 141

Воздействие климата воспринимаемое 14

Возделывание 72

ВОСО-модель (воспринимаемая окружающая среда и общество) 136, 150, 151

Восток, антарктическая станция 36, 82

Вращение Земли 41

Времена года 12, 15, 20, 54, 63

Выбросы 25, 37, 68, 94, 107, 108, 135, 138, 144, 152

Вырубка лесов 72, 77, 92, 108, 109, 113, 131

### Г

Газы радиоактивные 94, 102

Гамбург 18, 22, 83, 101, 159

Гегель, Георг Вильгельм Фридрих 53

Географические карты 8

Геоцентрическая картина мира 49

Гердер, Иоганн Готфрид 51, 52, 93

Гибралтарский пролив 134, 135

Гидродинамика 39, 85

Гималаи 41

Гиппократ 50, 52

Глубинные воды океана 42, 43

Годовой ход 15, 28, 79, 85, 86

Голодомор в Англии 129

ГОСО (глобальная окружающая среда и общество) 136, 145

Град 51, 130

Гренландия 33, 41, 67, 94, 95, 139

Гринпис 109, 110

Громоотвод 130, 131

### Д

Данные инструментальные 84, 93

Дарвин (метеостанция в Австралии) 18

Диоксид углерода 37, 94, 107, 108, 158

Дискредитация 78

### З

Загрязнение окружающей среды 107, 145

Закон сохранения энергии 37

Запреты 145

Засуха 12, 49, 68, 79, 109, 152

Защита климата 72, 144, 148, 154

Здоровье 8, 33, 50, 53, 65, 66, 71, 107, 136, 141, 143  
Землепользование 36, 97, 99, 130, 131, 160  
Зима 15, 18, 20, 32, 41, 63, 79, 81, 112, 124, 130, 132, 149, 152  
Зима ядерная 133

## И

Извержения вулканов 32, 44, 78, 80, 133  
Расходы адаптационные 145  
Изменение климата антропогенное 7, 69, 72, 76, 79, 87, 90, 100, 102, 113, 117, 134, 137, 143, 150, 158  
Изменчивость 8, 44, 67, 70, 73  
Изменчивость климата естественная 78, 82, 69, 76, 110, 149  
Исследование воздействий на климат 10, 133  
Истина 48, 51  
История человечества 51, 53, 61

## К

Кант Иммануил 38  
Капризы погоды 46, 49  
Кара божья 49, 129, 151  
Каспийское море 45, 72, 73  
Кемптон Виллет 106, 108, 132, 133  
Кинсер Бертон 135  
Кислород 108  
Климатическая политика 7, 69, 72, 104, 115, 136, 144, 148, 151, 154  
Климатические войны 112  
Климатические катастрофы 5, 70, 72, 99, 129, 135  
Климатические нормы 47, 79, 100, 106, 116, 128, 149  
Климатический детерминизм 14, 52, 58, 60, 67, 138  
Климатологи 13, 33, 72, 75, 80, 83, 95, 111, 135, 143, 149, 159  
Климатология 6, 10, 11, 14, 20, 24, 34, 39, 55, 59, 70, 72, 75, 81, 86, 159  
Колебание североатлантическое 33, 86

Колебания 13, 15, 24, 27, 32, 44, 58, 67, 72, 97, 102, 110, 130, 138, 147, 153

Конвекция 43, 82  
Кондиционеры 66, 143  
Конец света 49, 109, 161  
Конкуренция 111, 123  
Конструирование (социальное) климатических изменений 48  
Конструкт социальный 47, 79, 103, 136, 153  
Кориолиса сила 41  
Королева Дании Маргрете II 161  
Космические ракеты 105  
Космос 9, 35, 41, 43, 47, 91, 92, 107  
Криосфера 39, 44  
Культура 5, 7, 47, 52, 53, 64, 66, 116, 127  
Курсы акций 54  
Кэллиндэр, Гай Стюарт 135, 159

## Л

Лабитцке Карин 81  
Лауэр Вильгельм 61  
Ледниковые периоды 35, 36, 44, 71, 80, 82, 83, 134, 135  
Ледяной керн 36, 82, 84  
Ледяной шельф западно-антарктический 95  
Локальные климаты 45, 137, 148  
Лондон 21

## М

Макросиноптическая ситуация 47, 81  
Малый ледниковый период 82  
Маркс Карл 59  
Математизация 11  
МГЭИК 25, 37, 95, 102, 103, 138  
Меланин 65  
Метан 35, 93, 94, 135  
Метеорологические карты 46  
Метеорология 15, 18, 21, 29, 34, 39, 52, 59, 73, 80  
Миграции 57, 73  
Микроклимат 118  
Миланкович Милутин 36, 80, 83

Мировое правительство 146  
Молодой дриас 83  
Монтескье Шарль-Луи 50, 51  
Мораль 48  
Морская метеорологическая служба 22  
Морские льды 13, 33, 36, 42, 132  
Муссон 18, 41, 133  
Мюнхен 137

## **Н**

Наводнение 12, 31, 110, 139, 149, 157  
Надежность климата 47, 96, 111, 125, 1267, 153  
Насажение лесов 76  
Нелинейность 44, 81, 85  
Неоднородность 21, 22, 82  
Нефтяные скважины 133  
Нордхаус Вильям 59  
Нормальное состояние 7, 78, 79, 128  
Нормальность 12, 101, 104, 114, 115, 123, 125, 127, 128

## **О**

Обезвоживание 76  
Облака 13, 35, 36, 40, 86, 89, 91, 92  
Области пассатов 37  
Обращение Гольфстрима 134  
Общество циклов 80  
Обыденное понимание 13, 103, 106, 114, 120, 123, 125, 127  
Обыденные представления 48, 70, 104, 113  
Озера бессточные 72, 73  
Озон 54, 107, 136  
Озоновая дыра 108, 120, 136  
Океан южный 42, 43, 84  
Оползание склона 32  
Отчет 37, 87, 89, 90, 95, 103, 110

## **П**

Параметры орбиты Земли 80, 83  
Парниковая теория 34  
Парниковые газы 24, 25, 35, 37, 68, 97, 135, 138, 144, 145, 152, 155

Парниковый эффект 5, 34, 37, 54, 59, 72, 94, 102, 107, 114, 133, 138, 152  
Периодичность 36, 73, 79, 80, 84  
Погода типичная 14  
Погодное колдовство 49, 130  
Подход астрологический 49  
Подъем уровня моря 112, 94, 95, 138, 145, 153  
Показатели преступности 54, 123  
Показатель производительности – 54  
Политика 5, 37, 64, 136, 138, 154  
Полярные широты 41  
Полярные ледяные шапки 94, 137  
Полярный фронт 38, 46, 47  
Порывы ветра максимальной силы 31  
Потенциальная опасность 32, 140  
Потсдам 15, 16  
Прерии 93, 132  
Приливы и отливы 28, 79  
Приход к власти фашистов 62  
Прогресс технический 160  
Продолжительность жизни 54, 65  
Проповедники-фундаменталисты 109  
Процесс адаптации 48, 57  
Процессы внутренние 44  
Процессы термодинамические 85

## **Р**

Радиоактивный углерод 43  
Радиозонд 33  
Развитие культурное 53, 55  
Расовая принадлежность 53  
Растительный мир 94  
Расходы на профилактические меры 145, 146  
Реальность виртуальная 86  
Ребетец Мартине – 104, 105  
Революции политические 54  
«ревушие сороковые» 43  
Регенсбург 21  
Региональные климаты 10, 45, 46  
Религиозные войны 54  
Репрезентативность 27, 84  
Риск 6, 7, 23, 27, 67, 106, 118, 129, 132, 136, 140, 154, 157, 158

Рождество снежное 104, 114  
Россби Карл Густав 39

## С

Сажевые частицы 133  
Самоубийства 54  
Санаторий 66  
Санкт-Петербург 21  
Сверхзвуковые самолеты 132  
Священнослужители 48  
Северная Америка 56, 66, 74, 76, 93  
Северная Атлантика 43, 86  
Северная Германия 30  
Сельское хозяйство 32, 50, 73, 74, 98, 107, 112, 130, 132, 133, 136, 138  
Симптомы болезни 48  
Синдром 114  
Система потоотделения 65  
Скалистые горы 41  
Скандинавы 57  
Слуцкий Евгений 80  
Смертная казнь 62  
Солнечное излучение коротковолновое 35, 36, 39, 41, 91, 92  
Солнце 13, 15, 35, 43, 49, 54, 75, 84, 110  
Сорокин Питирим 58, 59  
Спутниковые данные 15, 139  
Стандартное отклонение 28, 29  
Статистика 12, 13, 28, 32, 101, 102  
Стратификация вертикальная 43  
Стратосфера 33, 40, 44, 78, 108, 109, 132, 133, 136  
Суточный ход 15, 16, 28, 44  
Сценарии 37, 86, 89, 95, 109, 132, 138, 139, 145

## Т

Температура поверхностных вод океана 21, 25, 152  
Тепловая энергия 40  
Термометр 12, 14  
Терпимость к холоду 66  
Топливо ископаемое 37, 94, 99, 111  
Торговый баланс 73  
Тропики 18, 39, 42, 59, 64, 82

168

## У

Убийца климата 94  
Угроза 7, 57, 60, 63, 67, 94, 118, 130, 141, 154  
Умлауфф Фридрих 7, 52, 63  
Ураганы 12, 13, 25, 41, 81, 100, 101, 107, 130, 132, 137, 149, 157  
Урожайность 67, 73, 152

## Ф

Физика атмосферы 10  
Физический подход 8, 9, 34  
Фон Гумбольдт Александр 9  
Фон Нойманн Джон 39  
Фон Ханн Юлиус 9, 15, 73, 75  
Фундаментальное исследование 32, 37  
Фурье Жан Батист Жозеф 34, 79

## Х

Хантингтон Элсворт 53, 80  
Хаоса теория 83  
Хассельманн 83, 111, 145, 146  
Холера 141  
Хэдли Джордж 45  
Хэнсен Джеймс 152

## Ц

Цвет кожи 64, 65  
Циклоногенез – 81

## Ч

Чемберлен Томас 43  
Чума 49

## Ш

Шербрук 24, 25, 101  
Широты средние 14, 39, 41, 42, 45, 62  
Шоуниган 24  
Штоммель Генри 42  
Штормовой прилив 12, 140, 157  
Шуман Ульрих 7, 133

## Э

Экологические налоги 145

Экстремальные события и явления  
12, 14, 81, 110, 118, 128, 149

Экстремумы 6, 7, 32, 100, 109, 116,  
128, 151, 154, 157

Энергетический баланс 41

Энергия климатическая 54

Энергия человеческая 55

Этноцентризм, расизм 60, 61

Эффект бабочки 44

Эффект города 22

## Оглавление

1. Краткий обзор и слова благодарности . . . . .	5
2. Введение: Как менялись представления о климате на протяжении истории . . . . .	8
3. Климат как состояние и ресурс . . . . .	12
3.1. Климат как аспект восприятия окружающей среды . . . . .	14
3.2. Климат как естественнонаучная система . . . . .	34
3.3. Климат как социальный конструкт . . . . .	47
3.4. Общество и человек как климатический конструкт . . . . .	50
3.5. Воздействие климата на человека: современный уровень изученности проблемы . . . . .	64
4. Климат как риск и угроза . . . . .	67
4.1. Развитие взглядов на проблему изменения климата . . . . .	70
4.2. Естественная изменчивость климата . . . . .	78
4.3. Экскурс: Кому будет принадлежать погода в 2025 году? . . . . .	87
4.4. Антропогенное изменение климата . . . . .	91
4.5. Изменения климата как социальный конструкт . . . . .	104
4.6. Обыденное понимание климата: вера в нормальность . . . . .	115
4.7. История антропогенных климатических катастроф . . . . .	129
4.8. Влияние климатических изменений на общество . . . . .	136
а) Последствия для климата . . . . .	137
б) Политика в сфере защиты климата: технократический подход . . . . .	144
в) Политика в сфере защиты климата: значение восприятия . . . . .	148
5. Манифест проекта «Zeppelin» о защите климата . . . . .	154
6. Выводы . . . . .	159
Библиография . . . . .	162
Предметный указатель . . . . .	165

# Нико Штер и Ханс фон Шторх

Погода — Климат — Человек

Главный редактор издательства *И. А. Савкин*

Дизайн обложки *И. Н. Граве*

Оригинал-макет *Л. Г. Иванова*

Корректор *Д. Ю. Былинкина*

ИД № 04372 от 26.03.2001 г.

Издательство «Алетейя»,

192171, Санкт-Петербург, ул. Бабушкина, д. 53.

Тел./факс: (812) 560-89-47

E-mail: office@aletheia.spb.ru (*отдел реализации*),

aletheia@peterstar.ru (*редакция*)

**www.aletheia.spb.ru**

## **Фирменные магазины «Историческая книга»:**

*Москва, м. «Китай-город», Старосадский пер., 9. Тел. (495) 921-48-95*

*Санкт-Петербург, м. «Чернышевская», ул. Чайковского, 55.*

*Тел. (812) 327-26-37*

*Книги издательства «Алетейя» в Москве*

*можно приобрести в следующих магазинах:*

*«Библио-Глобус», ул. Мясницкая, 6. [www.biblio-globus.ru](http://www.biblio-globus.ru)*

*Дом книги «Москва», ул. Тверская, 8. Тел. (495) 629-64-83*

*Магазин «Русское зарубежье», ул. Нижняя Радищевская, 2.*

*Тел. (495) 915-27-97*

*Магазин «Гилея», Тверской б-вар., д. 9. Тел. (495) 925-81-66*

*Магазин «Фаланстер», Малый Гнезниковский пер., 12/27.*

*Тел. (495) 749-57-21, 629-88-21*

*Магазин издательства «Совпадение».*

*Тел. (495) 915-31-00, 915-32-84*

Подписано в печать 11.03.2011. Формат 60х88 1/6

Усл. печ. л. 10,75. Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

Заказ № 11-183