

Сара Драй

# ВОДЫ МИРА

*Как были разгаданы  
тайны океанов, атмосферы,  
ледников и климата  
нашей планеты*

**АНО**  
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

**Сара Драй**  
**Воды мира. Как были**  
**разгаданы тайны океанов,**  
**атмосферы, ледников и**  
**климата нашей планеты**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=65540272](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=65540272)*

*Воды мира: Как были разгаданы тайны океанов, атмосферы, ледников  
и климата нашей планеты: Альпина нон-фикшн; Москва; 2021  
ISBN 9785001394938*

**Аннотация**

Еще в середине прошлого века считалось, что климат на Земле стабилен, и лишь с появлением климатологии в ее современном виде понятие «изменение климата» перестало быть оксюмороном. Как же формировалось новое представление о нашей планете и понимание глобальной климатической системы? Кем были те люди, благодаря которым возникла климатология как системная наука о Земле?

Рассказывая о ее становлении, Сара Драй обращается к историям этих людей – историям рискованных приключений, бунтарства, захватывающих открытий, сделанных в горных экспедициях, в путешествиях к тропическим островам, во время полетов в сердце урагана. Благодаря этим первопроходцам

человечество сумело раскрыть тайны Земли и понять, как устроена наша планета, как мы повлияли и продолжаем влиять на нее.

Понимание этого особенно важно для нас сегодня, когда мы стоим на пороге климатического кризиса, и нам необходимо предотвратить наихудшие его последствия.

# Содержание

Введение	8
Теплый лед	33
Конец ознакомительного фрагмента.	66

# **Сара Драй**

## **Воды мира. Как были разгаданы тайны океанов, атмосферы, ледников и климата нашей планеты**

Переводчик *Ирина Евстигнеева*

Научный редактор *Александр Кислов, профессор, д-р  
геогр. наук*

Редактор *Наталья Нарциссова*

Издатель *П. Подкосов*

Руководитель проекта *А. Тарасова*

Арт-директор *Ю. Буга*

Дизайн обложки *О. Халецкая / [www.bangbangstudio.ru](http://www.bangbangstudio.ru)*

Корректоры *Е. Рудницкая, С. Чупахина*

Компьютерная верстка *М. Поташкин*

**Издание подготовлено в партнерстве с Фондом  
некоммерческих инициатив «Траектория» (при фи-  
нансовой поддержке Н.В. Каторжного)**



© Sarah Dry, 2019

This edition published by arrangement with The Science Factory, Louisa Pritchard Associates and The Van Lear Agency LLC

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2021

*Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.*

*Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммер-*

*ческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.*

**\* \* \***

*С любовью Ширли Драй (1918–2014),  
а также Робу и Джейкобу*

# Введение

История бывает жестока. Сегодня у могилы Джона Тиндаля на тихом кладбище в графстве Суррей не увидеть толпы паломников, а его труды мало кто читает. Но при жизни он был знаменитым ученым – и не менее знаменитым спорщиком, утверждавшим, что самые сложные тайны природы – от человеческого сознания до истоков Вселенной – могут быть объяснены посредством движения молекул. Одаренный лектор, он собирал полные аудитории восторженных слушателей. Его книги, в которых переплетались рассуждения о физике и рассказы о приключениях, продавались огромными по тем временам тиражами. Ему довелось общаться со многими выдающимися людьми своей эпохи, в том числе с Томасом Карлейлем и лордом Теннисоном.

Несмотря на былую славу, в XX в. этот человек, энергия и страсть которого раздували пламя викторианской науки, оказался почти забыт. Однако едва мерцавший огонек памяти о нем не угас окончательно – и в последнее десятилетие начал разгораться с новой силой. Благодаря исследованиям того, что сам ученый называл поглощением теплового излучения водяным паром, а мы называем парниковым эффектом, которыми он занимался в конце 1850-х – начале 1860-х гг. в своей лондонской лаборатории, сегодня Тиндаль получил признание как основатель науки о климате. В последнее



время был напечатан ряд статей, посвященных его открытиям. Его именем назван Центр по изучению климатических изменений Университета Восточной Англии, опубликована обширная переписка ученого, а недавно, после более чем 65-летнего перерыва, была переиздана его биография<sup>1</sup>.

Такой запоздалый всплеск интереса к Тиндалю объясняется тем, что наука, основоположником которой его провозгласили, возникла, как это ни парадоксально, относительно недавно. Еще каких-то 60 лет назад считалось, что климат стабилен и со временем не меняется. Климатология была в первую очередь географической наукой, и работа климатологов заключалась в том, чтобы изучать не изменения климата, а то, как он различается в разных регионах земного шара. Соответственно, ученые занимались описанием и таксономией, а не физическим или математическим анализом. Новая, пытающаяся дистанцироваться от традиционной климатологии наука появилась только в послевоенный период, объединив в себе целый ряд научных дисциплин. В 1977 г. начал издаваться журнал *Climatic Change* («Климатические изменения»), в редакционной статье которого о ней также говорилось как о существующей на стыке разных наук.

---

<sup>1</sup> Центр по изучению изменения климата им. Дж. Тиндаля Университета Восточной Англии; Geoffrey Cantor, Gowan Dawson, James Elwick, Bernard Lightman, Michael S. Reidy, eds., *The Correspondence of John Tyndall* (London: Pickering and Chatto, 2014); Roland Jackson, *The Ascent of John Tyndall: Victorian Scientist, Mountaineer, and Public Intellectual* (Oxford: Oxford University Press, 2018).

В этой новой климатологии объединились не только метеорология, но и антропология, медицина, сельскохозяйственная наука, экономика и экология. Но главная роль отводилась наукам о Земле: океанологии, физике атмосферы, гляциологии, — а также зарождавшейся информатике с ее климатическими моделями<sup>2</sup>. С появлением климатологии в ее современном виде понятие «изменение климата» перестало быть оксюмороном.

Однако тут возникает проблема: как писать историю молодой и, очевидно, междисциплинарной науки? Растущее внимание со стороны сегодняшних климатологов к Тиндалю как к отцу исследований глобального потепления, а также к другим основоположникам, таким как Сванте Аррениус, Гай Каллендар и Чарльз Килинг, стало следствием осознания того, что история может послужить инструментом придания этой дисциплине необходимой цельности. Рассказывая предысторию своей науки, климатологи, обходя вниманием неудачи, акцентируются на успехах и важных открытиях, которые, словно верстовые столбы, отмечают ее путь к будто бы заранее намеченной цели. Одни идейные концепции порождают другие, не осложненные политическими, экономическими или национальными соображениями. Таким образом, история в пересказе ученых нередко представит в розовом цвете, а в случае с климатической наукой в си-

---

<sup>2</sup> Stephen Schneider, "Editorial for the First Issue of Climatic Change," *Climatic Change* 1, no. 1 (1977): 3–4.

лу ее междисциплинарного происхождения особенно сильно искушение выбирать в истории именно те моменты, которые наполняют прошлое смыслом и, как вехи, обозначают прямую дорогу в настоящее. Так что скромное возвращение Тиндаля произошло на волне общего стремления климатологов поведать цельную историю своей разнородной науки.

Желание проводить в истории прямые вполне объяснимо, но они почти неизбежно вводят нас в заблуждение. Джон Тиндаль вовсе не был отцом исследований глобального потепления. Доказав способность водяного пара и углекислого газа поглощать тепло, излучаемое земной поверхностью, он, однако, не мог предположить, что люди перенасытят атмосферу углекислым газом в результате сжигания угля и это повлияет на климат в планетарном или хотя бы региональном масштабе. Его не тревожило антропогенное воздействие на климат, и его исследования не побудили никого из современников заняться изучением этого вопроса. Более того, Тиндаль не был первым, кто совершил это открытие. Американка Юнис Фут опередила его на три года. И это далеко не единственный пример того, как «выборочный» подход дает неверное представление о сложной истории климатической науки. Порой он приводит к тому, что влияние отдельных фигур переоценивается, а люди и идеи, не соответствующие современным научным представлениям, остаются без внимания. И в результате мы не вполне понимаем как прошлое, так и настоящее.

Тиндаль действительно помог заложить основу современного понимания планеты и более чем заслуживает того, чтобы о нем помнили, однако его жизнь в науке следовала гораздо более сложными и запутанными путями, чем это предполагает история «замечательного открытия» парниковых газов. Пожалуй, главный вклад Тиндаля в науку заключался в том, что он помог изменить подход к изучению Земли. Отличавшийся энергией и страстностью, заставлявшей его подвергать свою жизнь опасности и предельно концентрироваться на исследуемой проблеме, забывая обо всем остальном, Тиндаль открыл новые способы наблюдения и постижения (а одно от другого неотделимо) главного чуда природы – взаимосвязанности явлений. Никакая другая субстанция, с точки зрения Тиндаля, не могла продемонстрировать эту взаимосвязанность лучше, чем вода, вещество, которое он изучал во всех его формах с почти религиозным рвением. «Каждое явление в природе предшествуется и сопровождается другими явлениями, из которых одни составляют его причину, а другие – следствия, – так начал он самую знаменитую свою работу "Формы воды". – Человеческий ум, не довольствуясь наблюдением и изучением одного какого-нибудь явления в природе, стремится при этом найти связь между рассматриваемыми явлениями и теми, которые ему предшествуют и которые за ним следуют». Тиндаль приглашал читателя присоединиться к нему и проследить путь реки до ее истока, через все притоки, и далее, до самой атмосферы, из

которой река проливается в виде дождя. Чтобы этот дождь выпал, вода должна под воздействием тепла испариться с поверхности океана и подняться в атмосферу, что открыло Тиндалю основную причину круговорота, происходящего в природе. «Существует ли в природе источник тепла, производящий облака в атмосфере?» – задавал Тиндаль риторический вопрос, после чего торжествуя отвечал: «Следуя по нашей реке, от впадения ее в море до начала, мы, если не разрывать эту цепь явлений, доходим до самого Солнца»<sup>3</sup>.

И в этот момент изучение воды обретает еще большую значимость. Постоянно преобразуемая солнечной энергией, она обеспечивает тот механизм, посредством которого поток энергии движется в природе. Убеденный во взаимосвязанности природных явлений, столь ярко проявляющейся в круговороте воды, Джон Тиндаль уже тогда, в Викторианскую эпоху, предложил собственную концепцию междисциплинарности – философию, преодолевающую границы времени и пространства и связывающую науку с искусством, которые в XIX в. начали все больше расходиться. Таким образом он проложил путь к изучению Земли, а также того, что мы впоследствии стали называть ее климатом, задолго до появления соответствующей «науки» и тем более задолго до осознания нами того факта, что мы, люди, способны

---

<sup>3</sup> John Tyndall, *The Forms of Water in Clouds and Rivers, Ice and Glaciers* (London: King, 1872), 6. Цитаты приводятся по русскому изданию: Тиндаль Д. Формы воды в виде облаков, рек, льда и ледников. – СПб., 1876.

сломасть этот глобальный климатический механизм. Тиндаль дал нам ключ к иному пониманию истории науки о климате. А одержимость водой, которая подвигла его изучать то, что он называл взаимосвязанностью в природе, вдохновила меня на написание этой книги. Но мной двигало желание рассказать не только о чуде природы, но и об удивительных людях.

В этой книге вода несет с собой не поток энергии, а поток человеческих идей и устремлений, воплотившихся в работах Джона Тиндаля и его современников, изучавших нашу планету в XIX в., и в трудах тех ученых, которые создавали науки о Земле в XX в. Это делает науку живой, а также помогает рассказать историю такой междисциплинарной области знаний, как климатология в современном ее понимании. Поскольку ее значение выходит далеко за рамки сугубо научного, история того, как мы пришли к современному видению планеты, важна не только для климатологов, но и для всех нас. В жизни и работе ученых прошлого кроется возможность осознать истоки нашего взгляда на мир.

Сегодня перед человечеством стоит задача понять, как устроена наша планета и как мы повлияли и продолжаем влиять на нее. В этом нам не обойтись без науки о климате. Рассказывая о нескольких выдающихся людях, посвятивших свою жизнь изучению воды, эта книга показывает, как в течение последних полутора веков менялось наше представление о планете, на которой мы живем. При этом я рассчитываю обнаружить не только преемственность, но и разрывы

вы между прошлым и настоящим, потому что и то и другое влияет на нас.

\* \* \*

Сегодня следы человеческой деятельности можно обнаружить по всей планете, даже в самых отдаленных ее уголках. В открытом океане плавают острова из пластика. Мусор прибывает к далеким берегам Аляски. В атмосфере неуклонно растет содержание углекислого газа. Тают ледяные щиты, которые датский ученый Вилли Дансгор, создатель метода изотопного анализа ледяных кернов, назвал замороженными анналами истории Земли. В этих уникальных «архивах» содержатся подробнейшие сведения об атмосфере и климате, об извержениях вулканов, пылевых бурях и множестве других событий далекого прошлого планеты. Ледяные щиты, отложения на дне озер и океанов, подземные сталактиты и древесные кольца хранят в себе историю Земли, а также человеческого присутствия на ней.

Такие «летописи» не только рассказывают о прошлом, но и обеспечивают нас данными, позволяющими усовершенствовать климатические модели, и таким образом дают возможность заглянуть в будущее. Между тем наряду с этими материальными свидетельствами существуют и свидетельства иного рода, неосязаемые, но не менее важные. Эти свидетельства остаются в значительной степени неизученными,

несмотря на острую потребность в как можно более глубоком понимании проблемы климата. Речь идет не о реальных данных, которые можно добыть, чтобы узнать, каким климат был раньше, а о представлениях о климате, сформировавшихся в прошлом. Наше видение планеты обусловлено нашими воззрениями, и особенно повлияли на него взгляды ученых. В своей книге «Пейзаж и память» Саймон Шама утверждает, что «даже те из пейзажей, которые мы считаем наиболее свободными от нашей культуры, при ближайшем рассмотрении оказываются ее продуктом»<sup>4</sup>. Чтобы убедиться в правдивости этой мысли, достаточно посмотреть, как менялось наше отношение к пейзажам с течением времени. Горы, некогда внушавшие ужас, стали восприниматься как величественные и прекрасные. Первые поселенцы, прибывшие в Америку, видели перед собой дикую и пустынную местность, безжизненную и лишенную каких бы то ни было красот. Сегодня мы восхищаемся ее удивительными, полными жизни пейзажами. Каждый из нас реагирует на окружающий мир через призму культурных установок, неосознанно усвоенных еще в детстве. Конечно, у всех есть свои пристрастия: кому-то больше по душе морское побережье, кому-то – долина в горах, кому-то – просторы полей или городской пейзаж, но эти индивидуальные различия проявляются на фоне общепринятого восприятия, устойчивого в рамках одного культурного пространства, хотя и не одинакового в

---

<sup>4</sup> Simon Schama, *Landscape and Memory* (London: HarperCollins, 1995), 7–9.



разных культурах.

Я хотела бы добавить к прозорливой мысли Шамы, что именно те пространства, которые кажутся нам наиболее свободными от культурного влияния человеческого вмешательства, такие как верхние слои атмосферы, глубины океана и толщи ледяных покровов планеты, особенно ему подвержены. Наука как явление культуры стремится освоить и изменить занимаемые ею территории. Это можно рассматривать как положительную тенденцию – упорядочивание кажущегося хаоса. Однако при взаимодействии науки с миром природы неизбежно возникает искажение восприятия. Иными словами, мы видим то, что хотим видеть. Более того, в процессе наблюдения мы изменяем наблюдаемый нами объект. Присутствие людей очень мало влияет на ледник, однако их активное стремление изучить, как он движется, и измерить скорость этого движения затмевает бесчисленное множество других способов его восприятия – с точки зрения красоты или внушаемого им страха, его полезности для прохода в горах (чем пользуются местные жители) либо, наоборот, бесполезности, наконец, с точки зрения таящихся в нем опасностей (трещин, лавин, прорывов ледниковых озер). В случае с ледниками как раз Тиндаль и его современники невольно способствовали тому, что одни факты о ледниках (например, с какой скоростью они движутся) стали считаться более важными, чем другие. И есть горькая ирония в том, что именно Тиндаль, страстно увлеченный ледниками, сыграл ведущую

роль в утверждении сугубо прагматичного, основанного на измерении физических параметров подхода к изучению этого природного явления.

Есть разные возможности увидеть, как формировались наши представления о далеких, труднодоступных местах планеты. Исследователи, изучающие подобные культурные установки, обращаются для этого к текстам. В самом деле, литература – благодатный источник, где можно найти отражения и отголоски таких представлений и проследить за их развитием. То же можно сказать о живописи, фотографии и драме – эти виды искусства одновременно отражают и усиливают установки той культуры, в которой существуют. Когда-то и по научным трудам можно было судить о том, как менялось отношение людей к миру природы. До конца XIX в. большинство ученых писали книги для широкого круга читателей; перечитывая их сейчас, можно понять, какие представления доминировали в то время в общественном сознании, а поработав дополнительно в архивах, можно также узнать, кто читал эти книги и что о них думал.

Однако в наше время большинство ученых пишет «не для всех». Отказавшись от сотрудничества с популярными журналами, они сосредоточились на публикации статей в специализированных изданиях, адресованных узкому кругу представителей научного сообщества. Раньше ученые с энтузиазмом рассказывали о том, как добывались новые знания, – об экспедициях на ледники, путешествиях в Южную Аме-

рику или вокруг света, но со страниц современных научных журналов такие истории исчезли, и все свелось к паре-тройке сухих фраз в разделе «Методы». Такова, к сожалению, ситуация в публичном пространстве. Разумеется, в частном порядке истории о трудностях и триумфах по-прежнему остаются излюбленной темой в кулуарах конференций, электронной переписке, за чашкой чая и кружкой пива. Желание поделиться опытом, похвастаться и предостеречь от ошибок присуще всем людям, и ученые не исключение. Вот только широкой публике «подслушать» эти захватывающие истории не удастся.

Ради того, чтобы восполнить потерю доступа к живой науке, и была написана эта книга. Она рассказывает не об умозрительных представлениях о Земле, не о предположениях и прогнозах. Она повествует о людях, занимавшихся наукой, о том, как они развивали навыки наблюдения, измерения, вычисления и описания, разрабатывали и применяли новые научные инструменты и как их нелегкий труд в сочетании с упорством и опытом приносил результаты.

\* \* \*

Превращение разрозненных фактов, теорий, наблюдений и экспериментов в так называемое глобальное знание сопряжено с тем, что отдельные фрагменты этого знания – ключевой эксперимент, набор измерений, положенный в осно-

ву математической абстракции, — начинают использоваться для объяснения природных явлений в целом. Это особенно важно, когда мы говорим о нашей планете, едином уникальном организме, «едином целом», как мы ее воспринимаем. Между тем одна из задач этой книги — показать, что это не всегда было очевидно и такое восприятие стало результатом упорного труда множества ученых, представителей разных научных дисциплин, стран и эпох.

Глобальное знание обширно, но важно помнить о том, сколь многое остается за его рамками. Мы все живем на этой планете, но это не значит, что все голоса звучат одинаково громко. Это ярко проявляется в сфере политики — и куда менее наглядно, когда рассказывается история науки, которая преподносится как неуклонное следование по пути прогресса. Этот укоренившийся в общественном сознании стереотип об устойчивом прогрессе в большей или меньшей степени прослеживается в истории всех наук. Да и наука в целом понимается как прогрессивная человеческая деятельность. И в каком-то смысле это действительно так, но в равной мере наука — это процесс исключения, отсеечения и упрощения.

Великие идеи часто незаметны — они оказывают столь мощное влияние на наше видение мира, что мы просто не представляем, как можно смотреть на него иначе. Мы думаем, что просто видим мир таким, какой он есть. Представление о Земле как о взаимосвязанной глобальной системе — наглядный тому пример. Воспринимать планету именно так

настолько привычно, что это не оспаривается даже теми, кто все еще сомневается в реальности антропогенного воздействия на климат. Концепция глобального климата редко становится предметом споров (хотя, если задуматься, трудно сказать, что же такое глобальный климат и где именно он может существовать). Вместо этого споры ведутся о том, будет ли глобальная температура повышаться или понижаться либо – поскольку отрицать ее рост становится все труднее – как будет выглядеть наше будущее. Существование климатической системы, набора природных особенностей, связанных друг с другом и функционирующих во всемирном масштабе, кажется нам очевидным.

Но как этот факт стал очевидным? Важную роль здесь, вероятно, сыграла знаменитая фотография Земли, сделанная с борта космического аппарата «Аполлон-17» в 1972 г. Именно она впервые дала нам возможность увидеть нашу планету со стороны. И это стало для нас откровением: человечество осознало, мгновенно и бесповоротно, хрупкость, уникальность и взаимосвязанность всего сущего на Земле. А вид величественной голубой планеты, восходящей над безжизненной поверхностью Луны, положил начало бурному развитию экологического движения<sup>5</sup>. Но мы уже были готовы увидеть Землю такой. Освоение космоса не столько подтолкнуло нас к масштабному видению планеты, сколько, напротив, стало

---

<sup>5</sup> Здесь автор имеет в виду фотографию «Восход Земли», сделанную «Аполлоном-8» в 1968 г. – *Прим. ред.*

его результатом. Задолго до полетов «Спутников» и «Аполлонов» ученые, изучавшие Землю, сформировали представление о ней как о едином организме, где все взаимосвязано<sup>6</sup>.

Лучшее понимание многообразия научных дисциплин, формирующих современную климатологию, необходимо нам, чтобы отдавать себе отчет в том, что мы знаем и чего не знаем. Тенденция рассматривать климатологию с точки зрения ее способности делать прогнозы серьезно влияет на то, как мы, государства и граждане, принимаем решения, сталкиваясь с неопределенностью будущего. В этом ожидании, что современная климатическая наука может и должна обладать прогностической способностью, слышны отголоски старой «науки закономерностей», астрономии. Между тем то, что сегодня называют наукой о климате, представляет собой совокупность множества разных методов получения знаний (эти методы иногда называют субдисциплинами). Среди них геология, климатология, метеорология, физика атмосферы, гляциология и информатика. Чтобы понять, как наше знание о планете стало масштабным, нужно понять, как эти дисциплины начали представляться взаимосвязанными в рам-

---

<sup>6</sup> См., напр.: Sheila Jasanoff, "Image and Imagination: The Formation of Global Environmental Consciousness," in P. Edwards and C. Miller, eds., *Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance* (Cambridge, MA: MIT Press, 2001), 309–337. Более полную историю о формировании глобальных образов см.: Dennis Cosgrove, *Apollo's Eye: A Cartographic Genealogy of the Earth in the Western Imagination* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2001); Sebastian Grevsmühl, *La Terre vue d'en haut: l'invention de l'environnement global* (Paris: Editions du Seuil, 2014).

ках отдельной комплексной науки. Таким образом, история нашего знания о планете – это история научных дисциплин (и всех связанных с ними практик, инструментов, методов и социальных структур), которые и создали это знание. И чтобы возникло представление о глобальном климате, потребовалось создать науку о климате, в состав которой вошло множество отдельных дисциплин, найдя способы объединить разрозненные знания об одном и том же объекте изучения.

Чтобы разобраться в особенностях науки о климате (в широком понимании), необходимо вернуться к ее истокам. Две мои предыдущие книги относятся к биографическому жанру: одна из них посвящена Марии Кюри, другая – Исааку Ньютону. Меня всегда интересовала жизнь конкретных людей. По тому же пути я решила пойти и теперь. Люди – а не вода – вот главные герои этой книги. Все они ученые. Самый старший из моих героев родился в 1819 г., самый молодой – в 1923 г. Рассказывая их истории, я предлагаю вам увидеть планету их глазами и совершить путешествие по водам Земли, в котором эти выдающиеся мыслители станут вашими проводниками. Это исследование основано на их личном опыте и впечатлениях.

Я начинаю повествование в 1850-х гг., когда были приняты первые попытки измерить и объяснить погодные и климатические изменения в глобальном масштабе, что положило начало современному прогнозированию погоды и на-

уже о климате. Тогда же были проведены первые исследования роли атмосферы в регулировании климата, хотя в то время никто и предположить не мог, что человек в состоянии влиять на температуру на земном шаре. Это также было время, когда казалось, что новая наука термодинамика вот-вот раскроет тайны не только Земли, но и Вселенной. Новые уравнения уже могли объяснить поведение молекул статистически. Оставалось узнать, способны ли они также объяснить поведение молекул в реальном мире ледников, облаков и водяного пара.

В 1850-х гг. ледники были в центре внимания ученых-естествоиспытателей, пытавшихся раскрыть секрет их движения, а значит, и прошлого и будущего климата Земли. Сегодня ледниковые периоды воспринимаются как нечто само собой разумеющееся, но когда-то они представлялись совершенно непостижимым явлением и их загадка требовала разрешения. Джон Тиндаль искал ответы на эти фундаментальные вопросы о времени, движении и разрушении среди суровой смертоносной красоты альпийских ледников, а вернувшись в Лондон – в своей полуподвальной лаборатории. Его исследования воздействия тепла на лед и водяной пар свидетельствуют об увлеченности темой энергии и ее рассеяния, а также прошлым и будущим планеты.

В 1856 г. шотландский астроном и ученый-путешественник Чарльз Пьяцци Смит впервые попытался провести астрономические наблюдения без помех в виде облаков, то есть



водяного пара, находящегося в атмосфере, и для этого поднялся на вершину вулкана на Тенерифе (одного из островов Канарского архипелага). Впоследствии он занялся также изучением самих облаков, рассчитывая сделать прогнозирование погоды более надежным и успешным. В этом он потерпел неудачу, а позже запятнал свою научную репутацию, страстно отстаивая идею о том, что традиционные британские единицы измерения были ниспосланы свыше при строительстве египетских пирамид. Изгнанный из научного истеблишмента, он искал утешения в сочетании научного наблюдения и религиозного созерцания, посвятив последние годы жизни отшельническому труду по составлению фотографического атласа облаков.

И Тиндаль, и Смит стремились внести свой вклад в прогностическую науку, которая могла бы точно объяснить происходящее с водой – движение ледников, действие водяного пара, образование облаков и выпадение дождя. Стремясь объективно и беспристрастно описывать мир природы, оба в то же время остро переживали ощущение тайны и чуда, сопровождавшее их исследования, и терзались внутренним противоречием между этими двумя позициями. Их истории отражают мучительную попытку ученых Викторианской эпохи примириться с потерями, сопутствующими постижению скрытой механики природных явлений. Стоит ли обретение знания утраты тайны? Во многом Тиндаль и Смит были представителями последнего поколения ученых, счи-

тавших возможным выносить эту экзистенциальную борьбу в публичное пространство. В своих книгах они приглашали рядового читателя испытать те же чувства – страх, удивление, благоговейный трепет, – которые переживали сами при встрече с величественными явлениями природы – облаками или ледниками. А затем пытались свести эти явления к цифрам, уравнениям и теориям, объясняющим сокровенную суть того, что прежде считалось непознаваемым.

История Гилберта Уокера, необычайно талантливого английского ученого, ознаменовала переход от XIX в., времени, когда научные идеи высказывались в книгах, адресованных широкой аудитории, к XX в., когда на смену драматическим рассказам о путешествиях, авторами которых были такие люди, как Смит и Тиндаль, пришли сухие научные статьи. На тот момент, когда Уокер стал директором Индийских метеорологических обсерваторий, многие считали, что ключ к раскрытию тайны муссонных дождей, от которых зависел (и продолжает зависеть) урожай, а значит, и благополучие миллионов людей, кроется в циклах образования пятен на Солнце. Благодаря доступу к метеоданным, собираемым в обсерваториях, и упорной работе индийских расчетчиков, оплаченной британским правительством, Уокер смог провести вычисления, которые разрушили надежды теоретиков солнечных пятен на существование связей Солнца и Земли. Зато он сделал удивительное статистическое открытие. Его расчеты указали на существование связи (так назы-

ваемой телеконнекции, или дальней корреляционной связи) между муссонами в Индии и давлением и температурой в отдаленном регионе Тихого океана. Уокер назвал обнаруженные им взаимосвязанные метеорологические явления «мировой погодой», а те из них, что влияли конкретно на Индию, Южной осцилляцией.

Если Тиндаль стремился установить связь между физическими явлениями, то открытия Уокера основывались исключительно на статистических данных. Он не мог объяснить, почему давление в западной части Тихого океана влияет на количество осадков в Индийском океане, – но с уверенностью заявлял о существовании этого явления. (Прошло еще 40 лет, прежде чем ученые сумели выявить физический механизм, лежащий в основе Южной осцилляции.)

Золотой век физической океанографии и метеорологии пришелся на начало Второй мировой войны, когда возникла необходимость в изучении атмосферы и океана для военных целей, что обеспечило ученым щедрое государственное финансирование, и последовавший за ней период холодной войны. Это было время больших открытий, сделанных на основе простых моделей, и новых форм международного сотрудничества, возникших на фоне напряженности в мировой политике. В 1948 г. молодой океанограф Генри Стоммел опубликовал статью, в которой объяснил, почему во всех океанических бассейнах на нашей планете быстрые течения концентрируются на западной стороне. Его плодотворные

идеи проложили путь новому поколению океанографов, которые показали, что движение воды в Мировом океане гораздо более активно и представляет собой значительно более сложное явление – и во временном, и в пространственном измерении, – чем считалось прежде. Тем самым Стоммел подготовил почву для формирования представления об океане как явлении турбулентном, а не стабильном, а также для нового подхода к проведению океанографических исследований, требующего широкомасштабного и долгосрочного сотрудничества, что было неблизко самому Стоммелу.

Примерно в те же годы Джоан Симпсон занималась изучением облаков, стремясь выяснить, как их мелкомасштабная динамика может влиять на атмосферную и океаническую циркуляцию в планетарных масштабах. Она также искала новые возможности для занятий наукой – сотрудничала с правительственными организациями и использовала специально оборудованные самолеты (самолетные измерительные пункты), чтобы проводить эксперименты по засеву облаков и даже ураганов. Эта работа по воздействию на погоду и климат стала возможна на фоне угрозы нападения со стороны СССР. Такие истории показывают, что представление о взаимосвязанности явлений на планете формировалось в ходе достижения не только мирных, но и военных целей.

В этих мировых научных шахматах отдельные ученые выступали не только пешками, но и умелыми игроками. Когда датский физик и метеоролог Вилли Дансгор понял, что

новый масс-спектрометр можно использовать для сортировки молекул воды по весу, это была просто его личная идея. Чтобы разработать ее, Дансгору пришлось убедить крупнейшие государственные и международные научные, а также военные организации предоставить ему доступ к технологиям, которыми иначе он не смог бы воспользоваться. Таким образом, история изучения ледяных кернов и температур прошлого (так называемой палеотермометрии) – это история научного гения, упорства и умелой дипломатии, которая разворачивалась на фоне холодной войны. Исследования Дансгора кардинально изменили наши представления о климатическом прошлом Земли и заложили основу формирования современных знаний о глобальных изменениях климата. Предположение, будто по происходящему в одной части планеты – в данном случае на ледяном щите Гренландии – можно судить о мировых процессах в целом, оказалось не вполне верным. Но благодаря Дансгору ледяные летописи раскрыли нам нечто гораздо более важное, чем даже конкретные палеотемпературные данные, а именно неопровержимый факт глобальной изменчивости климата.

Истории наших героев полны не только триумфов, но и потерь. Кто-то принес в жертву науке свое психическое здоровье, кто-то – человеческие отношения. Но, кроме личных, бывают и потери экзистенциального характера. То глобальное знание, что создавали эти ученые, выбивает из-под ног стабильную почву, обнаруживая всю изменчивость нашей

планеты. Кроме того, оно поднимает новые вопросы о нашем отношении к тому, что мы знаем и как мы это узнаём. Роль, которую играют в научном поиске и осмыслении его результатов тайна, неведение и чудо, сегодня важна не менее, чем прежде, но мы, в отличие от ученых Викторианской эпохи, не готовы признать это. Восполняя этот пробел и возвращая в повествование богатство эмоций, сокровенные мысли и благоговейный трепет, книга расскажет историю науки через призму живой человеческой души.

Сегодня мы все обеспокоены антропогенным изменением климата и его последствиями, но у предыдущих поколений были иные тревоги. Поэтому, когда мы смотрим на работу ученых прошлого в свете нашего знания о глобальном потеплении, нам трудно избавиться от мысли, что они интересовались малозначительными проблемами и упускали из виду то действительно важное, что было у них перед глазами. Однако оценивать прошлое с позиций современности – большая ошибка. В страстном и напряженном научном поиске этими учеными двигали иные, но не менее значимые мотивы, и нам стоит попытаться понять их. Тиндаль предавался печальным размышлениям о последствиях действия второго закона термодинамики; в 1950-е и 1960-е гг. ученых тревожили испытания ядерного оружия, приведшие к радиоактивному загрязнению всех составляющих круговорота воды; а в 1970-е они разделились на тех, кто испытывал опасения по поводу глобального похолодания, и тех, кого волнова-

ла проблема глобального потепления. Еще более фундаментальную, хотя и не столь явную роль сыграл переход от относительно простых математических моделей океанической и атмосферной циркуляции к моделям, способным описывать хаотическую динамику. Такой отказ от самой возможности достижения определенности только усугубил кризис вокруг проблемы изменения климата и сделал ее предметом острой полемики. Возникал вопрос: если наука не может обеспечить нам искомую определенность, то что может? Нужно ли нам создавать новые виды наук, иные пути постижения того, что представляет собой Земля? Или же стоит отказаться от попыток понять нашу планету и просто принять тот факт, что она постоянно меняется?

В своей книге «Формы воды в виде облаков, рек, льда и ледников» Тиндаль знакомил своих читателей (хотя для него они были, скорее, слушателями, а тексты напоминали устные рассказы, запечатленные на страницах) с миром, который он трепетно любил и изучал на протяжении всей жизни. Это был мир воды – мир бегущих по небу изменчивых облаков, ледников, текущих подобно рекам, и кристально прозрачного озерного льда – мир настолько полный энергии и движения, что казался живым, несмотря на отсутствие в нем живых существ. Увлеченный своим повествованием, Тиндаль обращался к абстрактному слушателю как к живому человеку – другу, верно и стойко сопровождавшему его в этом непростом путешествии. Таков уж был Тиндаль: он оживлял

все вокруг себя – будь то невидимый читатель или ледяные пейзажи.

Книга, которую вы держите в руках, рассказывает о воде с той же целью, какую ставил перед собой Тиндаль: чтобы оживить самые негостеприимные и безжизненные места нашей планеты – океанские глубины, ледяные щиты Гренландии и Антарктики, высокие слои атмосферы. Но если Тиндаль пускался в эти воображаемые путешествия, чтобы разделить с читателями свое благоговение перед природой, то я хочу разделить с вами благоговение перед историей. Как история воды менялась с течением времени? Как она формировала наше видение планеты? И как она может помочь нам подготовиться к будущему, которое, как ему и надлежит, остается неопределенным?



# Теплый лед

Начать мы можем откуда угодно. Как показал Джон Тиндаль, все в этом мире взаимосвязано, и, выдернув и исследовав одну нить из ткани целого, можно понять природу этого целого. Итак, давайте начнем наше повествование с Альпийских гор, где так любил бывать Тиндаль. Представьте: декабрь 1859 г., 39-летний ученый поднимается в гору. Шагает он легко и споро, не сбавляя темпа. Никаких привалов, чтобы отдохнуть и перекусить. Недаром друзья сравнивали этого жилистого человека с горным козлом. Над головой ослепительная лазурь: в Лондоне никогда не бывает такого глубокого и яркого неба. Вокруг вздымаются остроконечные вершины и горные гряды, похожие на каменные руины. Ледники сверкают девственной белизной – свежий зимний снег покрыл проталины. Облака таковы, что Тиндалю едва ли хватит литературного дара, чтобы описать их.

Ученый идет налегке. С собой у него записная книжка, фляга с чаем, в заднем кармане – пачка галет. В руках трость, на которой его друг Джозеф Хукер с помощью лупы солнечными лучами выжиг имя Тиндаля. На нем добротные ботинки, на шее теплый шарф. Он любит ходить в горы в одиночку, но на этот раз ему пришлось нанять двух проводников и четырех носильщиков, чтобы транспортировать тяжелое

оборудование<sup>7</sup>. Горы успокаивают и утешают его, и их благотворное действие усиливается ощущением одиночества и опасности. А последнего здесь в избытке: достаточно сделать полшага в сторону от тропинки и ступить на осыпь, чтобы соскользнуть с обрыва в небытие. Кроме того, в пути может застигнуть снежная буря и навечно усыпить в объятиях холода. Наконец, можно просто потерять сознание от перенагрузки в разреженном воздухе. До сих пор Тиндалю везло. Он очень осторожен и не ищет острых ощущений намеренно – цепким взглядом ощупывает перед собой тропинку, успевает заглянуть в ущелье и полюбоваться небом, а также подметить массу важных деталей вокруг. Это всецело занимает его разум, позволяя на время отвлечься от лондонской жизни, где он – профессор естественной философии в Королевском институте; помогает забыть о научных спорах, о бессонных ночах, наполненных напряженной работой ума, после которых весь следующий день чувствуешь себя разбитым.

Осторожно ступая по тропинке, Тиндаль наблюдает за небом. Утренние облака рассеиваются так равномерно, буд-

---

<sup>7</sup> John Tyndall, "Winter Expedition to the Mer de Glace, 1859," in *The Glaciers of the Alps: being a narrative of excursions and ascents, an account of the origin and phenomena of glaciers and an exposition of the physical principles to which they are related* (London: John Murray, 1860), 195–218. В этой экспедиции Тиндалю сопровождали проводники Эдуар Симон и Жозеф Тайраз, а также четверо носильщиков (199). Также см. перепечатанные дневники Джона Тиндалля, хранящиеся в Королевском институте: John Tyndall, *Journals*, vol. 3, section 8, 24–30 December 1859, 101–175. Также см.: Jackson, Tyndall, "Storms over Glaciers, 1858–1860," 149–150.

то чья-то рука поворачивает специальный регулятор. Но ученый знает, что вода не исчезает в никуда, а превращается из крошечных капель в невидимый пар. Тиндаль останавливается перевести дух и пинает ногой камень, чтобы посмотреть, куда тот полетит. Пролетев небольшое расстояние, камень ударяется о склон, отскакивает рикошетом, делая огромную дугу в разреженном воздухе, после чего снова падает на склон и увлекает за собой множество мелких камней с характерным звуком – словно кто-то бросил пригоршню гравия на черепичную крышу. Тиндаль думает о том, что внес свой крохотный вклад в разрушение гор. Однажды те вовсе исчезнут с лица Земли, как, впрочем, и люди. Его мысли уносятся в отдаленное мрачное будущее, когда наша планета, лишенная солнечного тепла, превратится в безжизненную ледяную пустыню.

Но печали он предается недолго. Как и всегда, утешение и даже радость дарит ему чувство единения с окружающей природой. Особое восхищение у него вызывают различные формы воды. В первый день Рождества Тиндаль делает в путевом дневнике следующую запись: «Небеса были серыми, над озером повис вязкий туман, а краснеющее на востоке небо было исполосовано темными лентами облаков... Копыта весело звенели по замерзшей дороге: слева и справа нас окружали снега, но посреди дороги снег был спрессован в твердый лед. Когда долина сузилась и горные склоны подступили ближе, лед размягчился, а в некоторых местах по-

чти вовсе растаял. С наступлением дня облачность исчезла, и над нашими головами распростерся прекрасный голубой купол»<sup>8</sup>.

Вскоре их небольшая группа прибыла к месту назначения – приземистому шале Монтанвер, приютившемуся среди гор рядом с ледником Мер-де-Глас<sup>9</sup>. Тиндаль уже бывал тут прежде, но зимой он здесь впервые. Внезапно повалил густой снег, и путешественники поспешили укрыться в шале. Ночью Тиндаль лежал и слушал, как снаружи завывал ветер. А утром, наблюдая за тем, как алые лучи восходящего солнца окрасили облака, окаймлявшие крутой гребень гор над ледником, вспомнил вечные слова Теннисона: «Торжествующим розовым рассветом явил себя Бог»<sup>10</sup>. Вершины гор вспыхнули яркими факелами, потом взошло солнце, и начался новый день.

Пришла пора приниматься за дело, которое привело их сюда. Снова пошел снег. Тиндаль выбрал место для установки теодолита – геодезического прибора, предназначенного для точного измерения положения объектов на местности, а его помощники двинулись к леднику. Дойдя до него, они начали вбивать в снег вешки вдоль линии, которую указал им Тиндаль. Снегопад усилился, закручиваясь над ледником в настоящую метель, так что ученому приходилось ловить

---

<sup>8</sup> Tyndall, *Journals*, vol. 3, 101.

<sup>9</sup> Mer de glace (с фр.) – «море льда». – *Прим. пер.*

<sup>10</sup> Tyndall, *Glaciers*, 208.

короткие просветы, чтобы подать сигналы своим помощникам. В остальное время вокруг него царили лишь снежная белизна и ветер.

Характер снегопада постепенно менялся. Вскоре снежные хлопья стали похожи на цветы в весеннем фруктовом саду: они покрывали его пальто толстым слоем – «мягкие, словно пух». Разве такая расточительная красота, задумался Тиндаль, не есть опровержение безграничной человеческой гордыни? Что значат для природы люди, если она устраивает столь роскошные представления вдали от их глаз? Но таков уж был Тиндаль, что, даже размышляя о собственной ничтожности, он не переставал восхищаться красотой этого мира.

Проведя три часа среди выюги, Тиндаль наконец-то завершил измерения по линии вешек, установленных его помощниками поперек ледника. На следующий день они вернулись, чтобы повторить эту работу и таким образом узнать, насколько сдвинулись вешки по сравнению с предыдущим днем. Как и накануне, разыгралась метель, поэтому Тиндалю удавалось делать измерения только в короткие моменты затишья. К полудню работа была завершена. Напоследок Тиндаль обернулся и окинул задумчивым взглядом линию вешек. «Конечно, я знал, что это я установил их там, но мне была приятна идея разумности и организованности, которую они олицетворяли посреди этой снежной пустыни, – написал он позже. – Это создавало ощущение упорядоченности сре-

ди хаоса»<sup>11</sup>.

Воздух на леднике был свеж и сух, будто вовсе лишен влаги. Прежде чем отправиться в опасный обратный путь, когда все внимание надо будет сосредоточить на неровном льду под ногами, Тиндаль в последний раз задержал взгляд на просторной заснеженной долине. Сколько веков понадобилось природе, чтобы в буквальном смысле молекула за молекулой создать этот пейзаж? А сколько времени ушло на то, чтобы образовались эти гигантские ледяные поля? Некоторые ученые, в том числе и Тиндаль, пытались провести расчеты, но истинные цифры, подозревал он, превосходили самые смелые предположения. Так, в снежный год выпадает около 40 см нового снега. При этом нижние снежные слои под тяжестью верхних постепенно уплотняются, превращаясь в тонкие полосы глетчерного льда. Но какую толщину в среднем имеет такая годовая полоса? И сколько таких слоев в леднике? Узнать это невозможно. Более того, нижние слои постоянно подтаивают, и пресная вода течет из ледника, как родник, бьющий из земли. Эта вода – его «дыхание», свидетельство того, что ледник жив. Однако процесс таяния старых слоев льда медленно, но неумолимо, страница за страницей, уничтожает ледниковую хронику. И можно ли узнать, как долго это происходит?

Пытаясь проникнуть в тайны природы, раскрыть ее фундаментальные законы среди холодного безмолвия альпий-

---

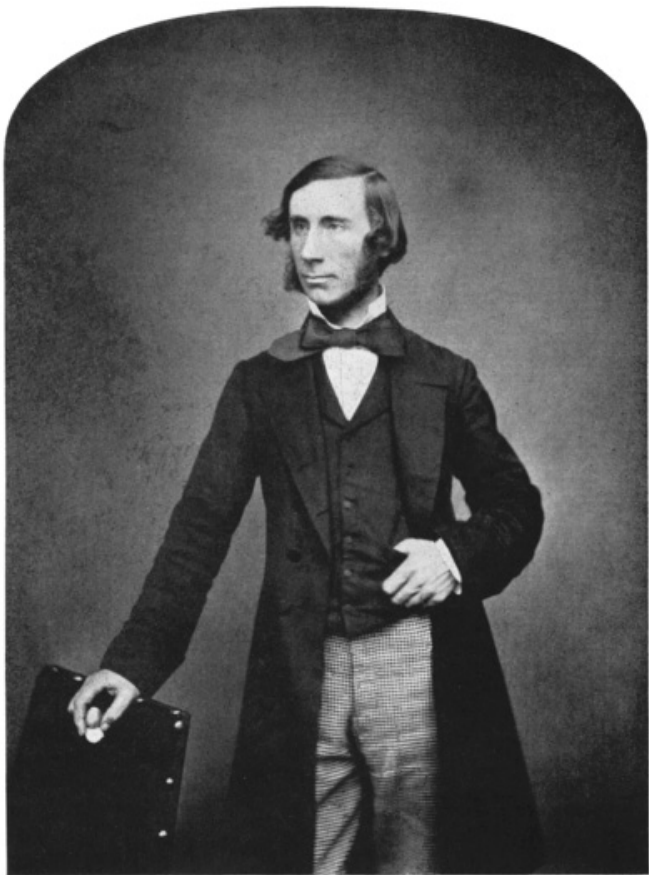
<sup>11</sup> Tyndall, *Journals*, vol. 3, 159.

ских ледников, Тиндаль ощущал себя более живым, чем в Лондоне. Опасности, которые таил в себе лед, заставляли его сосредоточиваться, думая лишь о том, как сделать следующий шаг. Глядя на чистейшую первозданную белизну Мерде-Глас, который «вздыбливался крутыми ледяными волнами, увенчанными остроконечными гребнями», он со всей остротой сознавал, насколько одинок в своем научном поиске. Что ж, это давало ему шанс победить в гонке – стать первым из ученых, кто объяснит, как перемещаются по земной поверхности ледяные щиты.

Конечно, Тиндаль не был одинок ни в буквальном смысле (с ним были проводники и носильщики), ни в переносном: ведь он опирался на солидный фундамент знаний и теорий, созданный другими учеными, которых он считал своими воображаемыми соавторами и соратниками в борьбе за научную идею. Тиндаль выбрал собственный подход, основанный на полевых экспериментах. Он не просто наблюдал и описывал то, что видел, как это обычно делают геологи, но, используя теодолиты, вешки и труд помощников, подвергал ледники особому виду исследований – экспериментам, ранее считавшимся уделом физики, но никак не геологии. Конечно, по физическим меркам эксперименты Тиндаля были довольно грубыми: расстояния измерялись в ярдах, а не миллиметрах, а время – в днях, а не миллисекундах. Но тем не менее это были настоящие эксперименты. С какой скоростью движутся ледники на разных участках? Это один из вопросов, который

интересовал Тиндаля. Очередная серия экспериментальных измерений на завьюженном Мер-де-Глас должна была подтвердить его «теорию движения ледников», расходившуюся с теориями других ученых. Сравнив местоположение вешек в первый и второй день измерений, Тиндаль обнаружил, что на изучаемом участке ледник сместился на 40 см. Летом же эта часть двигалась как минимум в два раза быстрее.





**Рис. 2.1.** Джон Тиндаль в 1857 г., примерно в то время, когда он начал заниматься изучением ледников

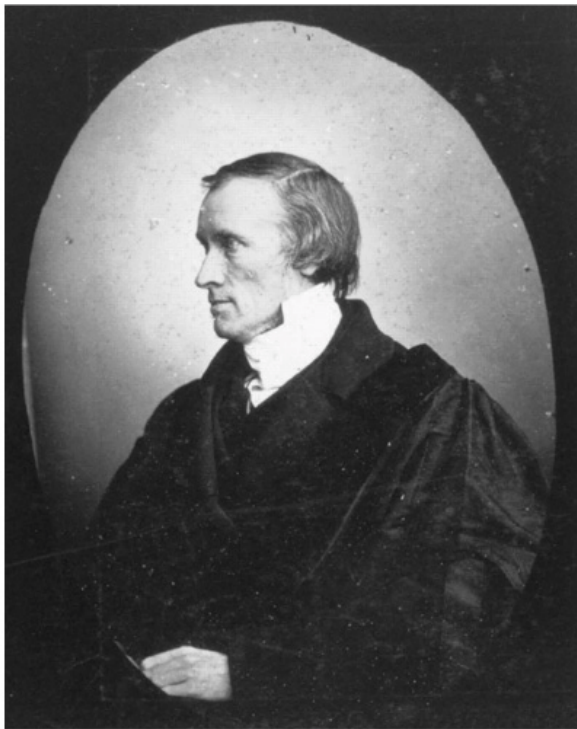
Узнав скорость этого движения, можно было понять его механизм. Именно поэтому Тиндаль уже в который раз поднимался на Мер-де-Глас – чтобы собрать данные, которые помогут разработать и подтвердить теорию, могущую объяснить все удивительные факты о движении ледников. Это также позволило бы ему одержать победу над Джеймсом Дэвидом Форбсом – шотландским физиком и гляциологом, известным своими консервативными религиозными и политическими взглядами, которого Тиндаль считал своим главным противником<sup>12</sup>. Форбс утверждал, что лед движется как вязкая субстанция (патока или мед), что, по мнению Тиндаля, было всего лишь наблюдением, ничего не объясняющим. Хуже того, теория Форбса препятствовала пониманию истинного характера движения ледников. Тиндаль же хотел показать, как именно оно происходит. Он намеренно выбрал объектом своего исследования Мер-де-Глас, поскольку именно на его изучении были «основаны самые важные теоретические представления о строении и движении ледников»<sup>13</sup>. Множество ученых побывали на этом самом крупном и доступном леднике Европы до Тиндаля, делая наблюдения и выдвигая свои теории в попытке разгадать механизм дви-

---

<sup>12</sup> Более подробно о диспуте между Тиндалем и Форбсом см.: J. S. Rowlinson, "The Theory of Glaciers," *Notes and Records of the Royal Society of London* 26 (1971): 189–204; Bruce Hevly, "The Heroic Science of Glacier Motion," *Osiris* 11 (1996): 66–86; Jackson, *Tyndall*, "Storms over Glaciers, 1858–1860," 132–151.

<sup>13</sup> John Tyndall, "On the Physical Phenomena of Glaciers," *Philosophical Transactions* 149 (1859): 261–278.

жения льда. Поэтому Тиндаль следовал по их стопам – ему нужно было самому увидеть этот ледник и провести эксперименты, чтобы дать наблюдаемым явлениям новое, более глубокое и точное объяснение. Если бы он исследовал другой ледник, критики могли бы заявить, что и условия там другие, поэтому сделанные выводы неубедительны. Но, если бы Тиндалю удалось объяснить движение льда именно на Мер-де-Глас, это придало бы его теории весомости.



**Рис. 2.2.** Джеймс Дэвид Форбс, оппонент Тиндаля, в 1840-х гг. также не раз ездил в Альпы, чтобы изучать движение ледников



**Рис. 2.3.** Ледник Мер-де-Глас во Французских Альпах, где Джон Тиндаль и Джеймс Дэвид Форбс изучали движение ледников

До недавнего времени никто не задумывался над тем, что ледники могут двигаться, и уж тем более не пытался понять, как именно это происходит. Исключение составляли жители Альп, занимавшиеся в основном разведением скота. Год за годом они наблюдали как малозаметные, так и вполне явные признаки того, что лед находится в постоянном движении: выбоины и борозды на горных склонах, нагромождения камней у подножия ледников. Иногда в горах случались ка-

тастрофы, когда ледяные плотины, сдерживающие внутренние ледниковые озера, прорывало и масса талой воды вместе с гигантскими глыбами льда обрушивалась на безмятежные долины. За столетия альпийские пастухи накопили немало знаний о ледниках, но никому из благородных ученых мужей не приходило в голову обратиться к ним с вопросами.

\* \* \*

Интерес к Альпам как к чему-то большему, чем природная достопримечательность, возник лишь в 1830-х гг. Как ни странно, именно наступление промышленной эпохи с ее духом предпринимательства и коммерции превратило до сей поры неизведанный, покрытый льдами уголок Европы в важнейший плацдарм для научных исследований. В Великобритании благодаря интенсивной прокладке железных дорог и строительству все более глубоких угольных шахт стали открываться тайны, доселе таившиеся в недрах земли. Обнаружение слоев породы и окаменелостей заставляло задаваться новыми вопросами об истории планеты. Стремление пролить свет на события прошлого двигало энтузиастами, которые с молотками и лупами в руках увлеченно исследовали горную породу. Железнодорожные и горнодобывающие компании быстро смекнули, что благодаря этим людям можно узнать, где таятся минеральные богатства Земли, и зарабатывать огромные деньги. Так родилась наука об истории и

строении нашей планеты – геология. Первые геологи использовали в качестве источника Библию с ее драматичным рассказом о Всемирном потопе. Правда, многие толковали Священное Писание метафорически, переводя библейский день или год в тысячи и даже миллионы лет в зависимости от того, что требовала их теория, однако важно в данном случае было то, как библейское описание истории человечества, полной непредвиденных событий, сформировало взгляд ученых на историю Земли. Да, идея о том, что Земля имеет свою историю, отдельную от человеческой и гораздо более долгую, была нова и непривычна. Но по сути своей эти две истории были похожи: в представлении Тиндаля и его коллег, история Земли была, как описанная в Библии история человечества, полна неожиданных поворотов и, если бы не вмешательство определенных событий, все в ней могло бы сложиться иначе<sup>14</sup>.

Открытия и находки, сделанные под поверхностью земли, заставили геологов начала XIX в. по-новому взглянуть и на то, что находилось на ее поверхности и что прежде они не замечали или не считали важным. Так, их внимание привлекли эрратические валуны – каменные глыбы, совершенно чуждые окружающему ландшафту, – которые всегда изумляли местных жителей. Рядом с этими валунами часто находи-

---

<sup>14</sup> Martin Rudwick, *Worlds Before Adam: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Reform* (Chicago: University of Chicago Press, 2008); Martin Rudwick, *Earth's Deep History: How It Was Discovered and Why It Matters* (Chicago: University of Chicago Press, 2014).

ли странные отложения, представлявшие собой беспорядочную смесь обломков пород различных размеров и форм. Эти отложения стали неразрешимой загадкой для первых поколений геологов, чей главный и единственный метод анализа структуры Земли был основан на сравнении окаменелостей, находившихся в последовательности осадочных слоев.



**Рис. 2.4.** Тиндаль (в центре справа, с бородой и в шляпе) вместе с другими членами Альпийского клуба возле здания, где проходили собрания клуба, в Церматте, Швейцария.

*Источник:* Edward Whymper, *Scrambles Amongst the Alps* (London: John Murray, 1871)

Долгое время происхождение этих ледниковых отложений (так называемой морены), а также эрратических ва-



лунов, рассеянных по обширным территориям, объясняли мощным наводнением или серией наводнений, перенесших массивные каменные глыбы на расстояние в сотни километров. Но Чарльзу Лайелю, выдающемуся геологу того времени, идея Всемирного потопа представлялась надуманной и неправдоподобной. В 1835 г. Лайель предложил объяснение в соответствии с разработанной им концепцией униформизма, согласно которой геологические процессы протекают постепенно под действием сил, остающихся неизменными во все времена. Он предположил, что необычные дрифтовые отложения могли быть объяснены существованием в прошлом огромного океана, образовавшегося в результате постепенного, но масштабного опускания континентов. Когда-то этот океан покрывал большую часть земного шара, а по нему плавало несметное количество айсбергов, в состав которых входили камни и грунт. Когда айсберги таяли, их каменный груз оседал на дно, а поскольку двигались они хаотично, это объясняет беспорядочный разнос дрифта. Таким образом теория оправдывала неспособность геологов объяснить происхождение дрифтовых отложений, ведь механизм их образования, согласно ей, был фактически случайным. Другим ее «достоинством» было то, что она не предполагала существования в прошлом совершенно другого климата, ведь айсберги встречались в океане и во времена Лайеля с их относительно теплым климатом. «Принятие этой теории ледового дрейфа, – писал Лайель, – не обязательно заставляет

нас предполагать существование ранее более холодного климата, нежели тот, что ныне преобладает в Северной Америке»<sup>15</sup>. Лайелю не нравилась мысль, что в прошлом условия на Земле могли резко отличаться от современных ему.

В юности Тиндаль много слышал о поисках легендарного Северо-Западного прохода, по которому британские корабли могли бы через узкие водные пути среди островов и ледяных морей близ северного побережья Канады попадать из Атлантического океана в Тихий. Участники экспедиций рассказывали о гигантских айсбергах, вдоль которых корабли могли плыть неделями. Поначалу эти истории вызывали недоверие, но подтвержденные многими свидетельствами стали идеальным доказательством теории Лайеля. На самом деле именно в рассказах об исполинских айсбергах и массивных ледяных щитах у берегов Канады и Гренландии Лайель черпал вдохновение, разрабатывая свою поразительную теорию о плавучих морских льдах, дрейфовавших по Мировому океану. То, что айсберги бывали замечены в теплых водах вплоть до 40° северной широты, позволяло предположить, что при чуть более прохладном климате в прошлом они вполне могли заплывать и в те широты, где ныне геологи находили загадочные дрифтовые отложения. В 1819 г. Уильям Пэрри красочно описал плавучие ледяные горы, по сравнению с которыми парусные корабли казались

---

<sup>15</sup> Цит. в: Christopher Hamlin, "James Geikie, James Croll, and the Eventful Ice Age," *Annals of Science* 39 (1982): 569.

крошечными, – один из таких айсбергов достигал в высоту больше 260 м (включая подводную часть). Летом 1822 г. капитан Уильям Скорсби на своем китобойном судне первым из британцев совершил экспедицию к восточному побережью Гренландии. Перед мореплавателями предстал огромный остров, покрытый толстым ледяным панцирем. Аналогичные свидетельства поступали и с юга, из Антарктики, где кораблям приходилось прокладывать путь среди плавучих ледяных гор. Все эти рассказы – не подвергавшиеся сомнению благодаря авторитету источников – будоражили воображение писателей, поэтов и драматургов. Для Тиндаля и его современников лед стал частью картины мира, важным элементом массовой культуры. В 1816 г. молодая писательница Мэри Шелли обрала свою захватывающую историю о сотворении ученым новой жизни повествованием об исследовании Арктики<sup>16</sup>. Для людей начала XIX в. лед был источником сенсаций, в равной мере притягивающим и пугающим.

В 1840 г. Луи Агассис выдвинул смелое предположение, навсегда изменившее представление ученых и обычных людей о льде. Синтезировав идеи коллег, Агассис заявил, что эрратические валуны и глинистые отложения могли быть следами гигантского ледяного щита, который некогда покрывал значительную часть Европы и Северной Америки. Гипотеза о ледниковом периоде не только подняла множе-

---

<sup>16</sup> Речь идет о романе «Франкенштейн, или Современный Прометей». – *Прим. ред.*

ство вопросов (действительно ли шерстистые мамонты бродили по территории Англии в то время, когда ее уже населяли люди?), но и бросила вызов общепринятой версии истории Земли. Существование в прошлом огромных ледяных щитов казалось большинству людей того времени немыслимым, поскольку это означало, что раньше на Земле было намного холоднее<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Crosbie Smith and Norton Wise, *Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin* (Cambridge: Cambridge University Press, 1989), 556.



**Рис. 2.5.** Швейцарский геолог Луи Агассис, в 1840 г. выдвинувший смелую гипотезу о ледниковом периоде

Такая возможность опровергалась работами особой когорты ученых мужей. Эти люди не были геологами и не тратили время на лазание по горам с молотками в руках, не говоря уже о зимних экспедициях к альпийским ледникам. Одними из известнейших представителей этой когорты ученых были братья Уильям и Джеймс Томсоны. Вооруженные

не качественными описаниями и полевыми наблюдениями, а математическими выкладками, они формулировали свои гипотезы, опираясь на лабораторные эксперименты, которые наделяли их теоретические построения впечатляющей точностью. В отличие от геологов, рассматривавших историю Земли как цепочку множества повлиявших друг на друга событий, они воспринимали ее как нечто неизменное – и работающее четко, как паровая машина. Избрав своим священным писанием «Математические начала натуральной философии» Ньютона, они мечтали сделать для физики Земли то же самое, что Ньютон сделал для физики небесной, – вывести уравнения, которые могли бы идеально объяснить «механизм» нашей планеты.

Эти ученые – сегодня мы назвали бы их физиками, но тогда этот термин только начинал входить в употребление, – были одержимы идеей энергии, и в частности преобразованием в нее тепла, чтобы использовать ее для выполнения различных работ. Они трудились в лабораториях вдали от угольных шахт и строящихся железных дорог, но, как и в случае с геологией, двигателями их научных изысканий были промышленность и коммерция. Промышленная революция в буквальном смысле слова питалась солнечной энергией, накопленной в залежах каменного угля. И над вопросами практического применения этой энергии работали ученые, проводя теоретические расчеты и лабораторные эксперименты. Они изучали поведение металлов под давлением

(что было критически важно для производства безопасных паровых котлов) и процессы, приводящие к повышению температуры, а также трудились над созданием паровых двигателей с максимально высоким КПД. И вот, опираясь на накопленные таким образом знания, они решили предсказать действие тепла не только в паровых машинах, но и внутри самой Земли. Основанные на уравнениях, описывающих поведение энергии и материи, работы Томсона и его коллег обеспечили математическую базу не только для стремительно развивавшихся отраслей промышленности, но и для новых наук о Земле.

Одна из ключевых идей, которая проистекала из этой новой научной парадигмы, состояла в том, что Вселенная и все в ней, включая Землю, постепенно и неумолимо охлаждается. Так называемая тепловая смерть Вселенной была неизбежностью, предотвратить которую ничто (кроме самого ее Творца) было не в силах. Это также предполагало, что прошлое Земли представляло собой монотонный процесс устойчивого и равномерного охлаждения – как это происходит с забытой на столе чашкой горячего кофе. Другими словами, в прошлом Земля могла быть только теплее, но никак не холоднее, чем сегодня. Обнаружение на территории Северной Европы ископаемых останков коралловых рифов и раковин моллюсков, таких как наутилусы, ныне живущие в тропических морях, а также теплолюбивых растений, таких как пальмы и саговники, казалось, неопровержимо доказывало, что

в относительно недавнем прошлом на Земле было гораздо теплее<sup>18</sup>. Таким образом, расчеты физиков и эти ископаемые находки не оставляли сомнений в том, что теория об остывающей Земле верна.

Но сама же Земля предоставляла и противоположные свидетельства. В железнодорожных откосах и туннелях угольных шахт геологи делали находки, подтверждавшие ледниковую теорию Агассиса. Возникал вопрос: как примирить эти кажущиеся несовместимыми данные о прошлом Земли? Одно из предложенных объяснений гласило, что в прошлом континенты были намного выше, чем сегодня, в результате чего на более холодных возвышенностях формировались ледяные щиты, тогда как на остальной части Земли преобладал теплый климат. Но по мере накопления геологических данных о том, насколько обширную площадь занимали такие ледяные щиты, становилась очевидной несостоятельность и этой гипотезы. Уильям Хопкинс – талантливый математик, возраставший в Кембриджском университете целую плеяду выдающихся ученых, – рассчитал, что такое оледенение могло наступить только в том случае, если бы весь Европейский континент был поднят на 10 000 м по сравнению с нынешним уровнем. Однако, добавлял он, «весь геологический опыт убеждает нас в том, что это [обстоятельство] не могло не оставить многочисленные красноречивые следы, кои в

---

<sup>18</sup> Rudwick, *Earth's Deep History*, 150.



настоящее время не существуют»<sup>19</sup>. Пытаясь дать новое объяснение противоречивым данным о более холодном и более теплом прошлом планеты, Хопкинс предложил математический ответ: его расчеты показали, что если внутренняя часть Земли действительно остывает, то она уже остыла до такой степени, что центральное или «первозданное» тепло Земли (оставшееся от ее огненного рождения) вносит ничтожно малый тепловой вклад в температуру земной поверхности – всего  $1/20$  градуса<sup>20</sup>. Если доля остаточного тепла в температуре поверхности Земли столь мала, это фактически устраняет «проблему» тепловой смерти как фактора, влияющего на земной климат. Следовательно, геологам больше не нужно пытаться связать изменения климата на Земле с медленным охлаждением ее некогда расплавленного ядра. Подводя итог своим выкладкам, Хопкинс решительно, хотя и несколько беспомощно, заявлял: «Очевидно, что нам сле-

---

<sup>19</sup> William Hopkins, "On the Causes which may have produced changes in the Earth's superficial temperature," *Quarterly Journal of the Geological Society* 8 (1 February 1852): 88.

<sup>20</sup> В 1851 г. Хопкинс зачитал в Геологическом обществе статью, в которой привел оценку Пуассона, согласно которой вклад так называемого первобытного тепла в среднюю температуру Земли составлял не более  $1/20$  градуса. Этот вклад был не только незначительным, но и уменьшался такими медленными темпами, что потребовалось бы «сто тысяч миллионов лет», чтобы сократить его вдвое. Это было огромным временем даже по меркам тех геологов, которые были убеждены в длительности истории Земли. См.: Rosbie Smith, "William Hopkins and the Shaping of Dynamical Geology: 1830–1860," *British Journal for the History of Science* 22, no. 1 (March 1989): 41.

дует искать другие причины для объяснения тех температурных изменений, которые происходили в более поздние геологические периоды»<sup>21</sup>. Другими словами, эффект остывающего ядра Земли не мог вызывать эти относительно недавние климатические скачки. Оставалось узнать: что же могло?

Итак, Хопкинс опроверг утверждение, что в недавнем прошлом климат на Земле не мог быть холоднее, чем сегодня. К 1859 г., когда Тиндаль и его помощники сражались с метелью на Мер-де-Глас, ледниковая теория Агассиса была в целом принята научным сообществом, но два ключевых вопроса все еще требовали ответа. Во-первых, нужно было объяснить, каким образом перемещались ледяные щиты, которые, как утверждал Агассис, покрывали значительную часть Северного полушария. А во-вторых, ученые не понимали, что именно могло привести к столь резкому похолоданию в прошлом. Чтобы ответить на первый вопрос, необходимо было изучить движение существующих ледников, чем и занимался Тиндаль. Ответ же на второй вопрос, как оказалось, следовало искать за пределами Земли – в космосе.

---

<sup>21</sup> Hopkins, "On the Causes," 59. Хопкинс отметил, что, тогда как ранее геологи представляли «изменения климатических условий» только как переход «от более высокой к более низкой общей температуре на поверхности Земли», более «точные геологические исследования» показали, что «эти изменения в значительной степени носили колебательный характер» и, «будучи охарактеризованными как таковые, разумеется, не могут быть объяснены внутренним теплом Земли».

В конце 1850-х – начале 1860-х гг. шотландец по имени Джеймс Кролл работал скромным смотрителем в университетском музее в Глазго. В отличие от своего современника Тиндаля, который к 30 годам стал профессором и получил определенное признание в научных кругах, Кролл был неизвестен. Он родился в бедной семье, которая не могла дать ему образование, однако еще в детстве открыл для себя книги, и его страстью стали естественные науки. Все последующие годы он отдавался этой страсти, зарабатывая на жизнь чем придется – плотничал, работал в чайной лавке, хотя для торговца был слишком уж молчалив... Почти три десятилетия Кролл занимался самообразованием, много читая и развивая интерес к теоретическим, а не эмпирическим исследованиям. Факты как таковые интересовали его мало: он мечтал разработать фундаментальную теорию, которая объяснила бы их все – весь мир. В начале 1860-х гг., поскольку обязанности смотрителя были не слишком обременительны, он с головой погрузился в изучение «современного на тот момент принципа преобразования и сохранения энергии и динамической теории тепла», читая труды Тиндаля, Фарадея, Джоуля и Уильяма Томсона, посвященные тепловой энергии, электричеству и магнетизму. Он также пристально следил за жаркими дебатами по «вопросу о причинах наступле-

ния ледникового периода»<sup>22</sup>.

Самоучка с неординарным складом ума, не имевший формального образования и никак не связанный с научным сообществом, Кролл мог наблюдать за этими дебатами лишь со стороны. Но возможно, именно это дало ему необходимую широту взгляда – и свободу, – чтобы совершить величайший научный прорыв. В 1864 г. он опубликовал статью, в которой утверждал, что причины изменений климата – и, следовательно, ледниковых периодов – нужно искать не на Земле. По его мнению, все дело было в прихотливом танце Земли вокруг Солнца. Причем он настаивал на существовании в прошлом не одного, а именно множества ледниковых периодов, чередовавшихся с потеплениями (свидетельство чего в виде пластов органических веществ в гляциальных отложениях не так давно было обнаружено Арчибальдом Гейки). До Кролла некоторые именитые ученые, включая Александра фон Гумбольдта, Чарльза Лайеля и авторитетного астронома Джона Гершеля, уже рассматривали возможность влияния астрономических факторов. Гершель показал, что под действием гравитационных сил орбита Земли с определенной долгосрочной цикличностью меняет свой эксцентриситет, становясь чуть более эллиптической (сплюснутой), что

---

<sup>22</sup> James Campbell Irons, *Autobiographical Sketch of James Croll, with Memoir of his Life and Work* (London: Edward Stanford, 1896), 32. Более подробно о Кролле см.: James Fleming, "James Croll in Context: The Encounter between Climate Dynamics and Geology in the Second Half of the Nineteenth Century," *History of Meteorology* 3 (2006): 43–54.

приводит к более долгой зиме и короткому лету. Однако этот факт, по его мнению, не мог объяснить наступление ледниковых периодов, поскольку общее количество солнечного излучения, попадавшего на Землю, всегда оставалось одинаковым – проще говоря, более долгие зимы компенсировались более жаркими летними сезонами.



**Рис. 2.6.** Ученый-самоучка Джеймс Кролл поразил Чарльза Дарвина и Джона Тиндаля гипотезой, согласно которой многочисленные ледниковые периоды в прошлом были связаны с астрономическими циклами планеты, влиявшими на климат через такие «вторичные причины», как вариации отражения солнечного излучения льдом и облаками и вызванные этим изменения ветров и океанических течений

Подход Кролла был необычен в двух отношениях. Во-первых, он фактически отвергал материальные свидетельства, предоставленные геологической наукой, и не скрывал отсутствия интереса к научным «фактам и данным», полученным

эмпирическим путем. (Заняв в конце концов место секретаря в Шотландской геологической службе, Кролл с удовлетворением отмечал, что эта работа «не требует глубокого знакомства с геологией», поэтому «избавляет мой разум от необходимости изучать науку, к которой я не имею большого пристрастия, и дает возможность посвятить все часы моего досуга занятию теми физическими вопросами, которые меня столь увлекают».)<sup>23</sup> А во-вторых, Кролл был мыслителем, стремившимся видеть общую картину. Отбросив груз разрозненных геологических данных вкупе с призванными объяснить их гипотезами, сводившимися к поднятию и опусканию континентов и наводнениям, он обратил свой взор на самый масштабный фактор, какой только можно было представить, – переменный эксцентриситет земной орбиты. И вот тут-то ему и удалось совершить настоящий прорыв: вместо того чтобы согласиться с утверждением Гершеля, что изменения климата на Земле нельзя объяснить изменениями ее орбиты, Кролл предположил, что этот астрономический фактор может влиять на климат через «вторичные причины», действующие на поверхности Земли и вполне способные приводить к ледниковым периодам.

Согласно Кроллу, тепло распространяется по земному шару посредством воды, а «вторичные причины», на которые он указал, возникали в результате сложного взаимодействия ее форм и происходили из ее физических свойств. Да-

---

<sup>23</sup> Irons, *Croll*, 228.

же если общее количество солнечного света в году оставалось постоянным, в более холодные зимы выпадало больше снега. Не успевая растаять за короткое лето, он постепенно накапливался и начинал отражать все больше солнечного излучения обратно в космос, в результате чего Земля получала все меньше тепла и остывала. Увеличение площади снежного покрова способствовало образованию туманов, что создавало дополнительный барьер для солнечного тепла. С возрастанием перепада температур между холодными полюсами и теплыми тропиками пассаты начинали сильнее дуть в направлении экватора, отклоняя Гольфстрим на север, а родственное ему Южное экваториальное течение – на юг, что только усиливало тепловой дисбаланс. Таким образом запускался механизм положительных обратных связей (хотя сам Кролл не использовал этот термин), конечным результатом которого было погружение планеты в ледниковый период. Так продолжалось до тех пор, пока из-за влияния гравитационных сил орбита Земли не сжималась. Летом начинало таять все больше снега, океанические течения возвращались в прежние русла, и механизм положительных обратных связей раскручивался в обратном направлении, ускоряя таяние льдов и повышение температуры.

Предложенная Кроллом теория изменения климата была основана не на геологических, а на физических факторах, действовавших в глобальном масштабе. Он показал, что значительные и устойчивые изменения климата вызыва-



лись теплооборотом в атмосфере, океанах и на земной поверхности, а не медленным и монументальным поднятием и опусканием континентов, о чем говорила гипотеза Лайеля. «Причина долговременных изменений климата, – писал Кролл, – кроется в отклонении океанических течений под воздействием физических процессов, вызванных высоким значением эксцентриситета земной орбиты»<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Ibid.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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