

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
ТЕПЛЫЙ ЛЕД.....	27
ПРОЗРАЧНЫЕ ОБЛАКА .....	85
КОД МУССОНОВ .....	151
ГОРЯЧИЕ БАШНИ .....	195
БЫСТРЫЕ ВОДЫ.....	251
ДРЕВНИЙ ЛЕД.....	309
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	363
БЛАГОДАРНОСТИ.....	389
БИБЛИОГРАФИЯ.....	393
ПРИМЕЧАНИЯ.....	399
ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	422



## ВВЕДЕНИЕ

История бывает жестока. Сегодня у могилы Джона Тиндаля на тихом кладбище в графстве Суррей не увидеть толп 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. 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 предстает в розовом цвете, а в случае с климатической наукой в силу 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 торжествующе 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 сломать 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 назвал 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 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, неосозаемые, 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 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 Америку 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 удается.

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 основу 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, отсечения 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\*. Но мы уже были готовы увидеть Землю такой. Освоение космоса не столько подтолкнуло нас к масштабному видению планеты, сколько, напротив, стало его результатом. Задолго до полетов «Спутников» и «Аполлонов» ученые, изучавшие Землю, сформировали представление о ней как о едином организме, где все взаимосвязано<sup>5</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,

---

\* Здесь автор имеет в виду фотографию «Восход Земли», сделанную «Аполлоном-8» в 1968 г. — *Прим. ред.*

как наше знание о планете стало масштабным, нужно понять, как эти дисциплины начали представляться взаимосвязанными в рамках 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 науке 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, считавших 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 называемой 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 волновала 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 шею 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>1</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 Тиндаль 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, будто 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 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 почти вовсе растаял. С наступлением дня облачность исчезла, и над нашими головами распростерся прекрасный голубой купол»<sup>2</sup>.

Вскоре их небольшая группа прибыла к месту назначения — приземистому шале Монтанвер, приютившемуся среди гор рядом с ледником Мер-де-Глас\*. 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>3</sup>.

---

\* Mer de glace (с фр.) — «море льда». — *Прим. пер.*

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 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 вьюги, 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.

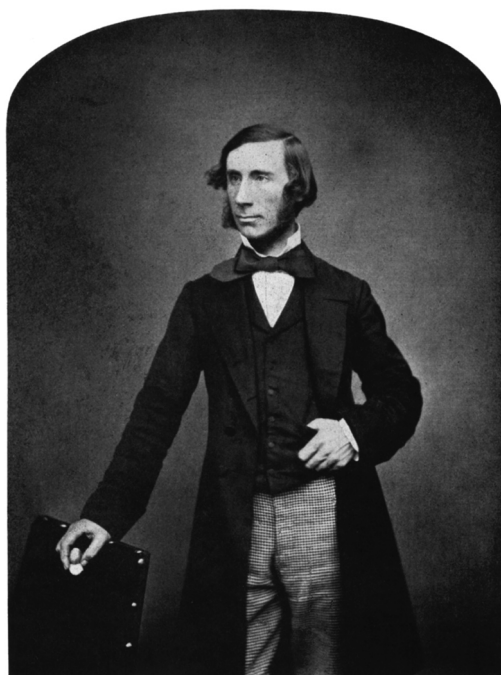
«Конечно, я знал, что это я установил их там, но мне была приятна идея разумности и организованности, которую они олицетворяли посреди этой снежной пустыни, — написал он позже. — Это создавало ощущение упорядоченности среди хаоса»<sup>4</sup>.

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 полоски 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 альпийских 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 Мер-де-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

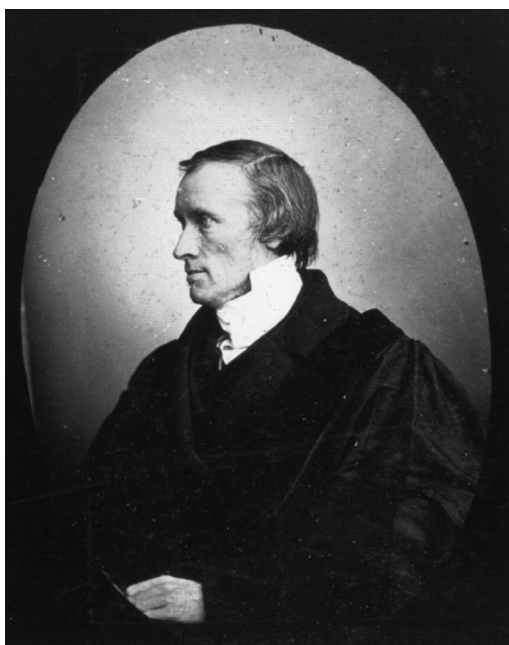


**Рис. 2.1.** Джон Тиндаль в 1857 г., примерно в то время, когда он начал заниматься изучением ледников

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.

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>5</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>6</sup>. Множество ученых побывали на этом самом крупном и доступном леднике Европы до Тиндаля, делая наблюдения и выдвигая свои теории в попытке разгадать механизм движения 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,



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