



---

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**Н**ет ничего более близкого и важного для нас, чем погода, — и нет, кажется, другой науки, кроме науки о погоде, о которой существовало бы столь распространённое мнение, как о сухой и скучной отрасли знания.

Авторы «Занимательной метеорологии» пытаются рассеять это предубеждение. Первая часть книги, составленная Т. Н. Кладом (главы I–VIII), посвящена описанию повседневных явлений погоды, их наблюдений и соответствующих инструментов, а также вопросу о строении атмосферы. Вторая часть (главы IX–XII), составленная Д. О. Святским, затрагивает вопросы атмосферной оптики и атмосферного электричества и проблему влияния Солнца и Луны на погоду, затем останавливается на попытках предсказания погоды, а также на вопросе изучения погоды в прошлом и колебаний климата. Последняя глава книги, написанная Т. Н. Кладом, посвящена новому отделу метеорологии — попыткам вмешательства человека в ход погоды.

Авторы не стремились исчерпать все вопросы метеорологии и климатологии, а выбирали лишь наиболее занимательное с целью заинтересовать читателя наукой о погоде.

*Авторы*

---

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

**З**а четыре года, прошедшие со времени первого издания этой книги, метеорология, как и вся наша советская наука, насчитывает много достижений. В популярной книге не было возможности уделить им большое место, поскольку они преимущественно носят специальный характер; но о наиболее важных из них необходимо было упомянуть хотя бы в самой общей форме, — например, о введении метода радиозонда в исследования свободной атмосферы, о некоторых новых воззрениях в области динамической метеорологии и др. Зато обращено возможно большее внимание на вопросы приложений метеорологии к самым различным областям нашего грандиозного строительства, на то, чтоб подчеркнуть ту роль, которую играет наука о погоде в нашей практической работе, — роль, которая только теперь начинает полностью оцениваться.

Авторы выражают благодарность всем рецензентам книги, указавшим на те или иные недочёты в её содержании и изложении; все эти указания по мере возможности приняты во внимание.

*Авторы*

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

### На что нужна метеорология?

**П**рекрасный майский день; тепло; на небе клубятся блестящие белые облачка. К вечеру становится ясно и прохладно. Будет заморозок или нет? Если будет, надо бы закрыть рассаду в парниках и развести костры в саду, где цветут яблони. Напрасно работать не хочется, а погубить урожай — страшно. Садовод сберёг бы много напрасного труда, если б знал наверное, какой ждать погоды.

На юге, где-нибудь на Кавказе или в Крыму, собираются посадить растения, требующие много тепла и света, — например, хлопок или чай. Достаточно ли им будет солнца и влаги? Не грянут ли зимой такие морозы, что посадки погибнут? Иногда тут на помощь приходят старожилы, которым полагается всё помнить. Но если больших морозов или засух не было до сих пор, можно ли надеяться, что их тут вообще быть не может? Прежде чем браться за новое дело, очень важно знать, на что мы должны рассчитывать, независимо от малонадёжных людских свидетельств.

В степи, где часто дует ветер, было бы выгодно использовать его энергию и поставить ветряный двигатель. На какой высоте его поставить? На сколько часов работы можно рассчитывать? Есть ли смысл вообще устанавливать здесь ветряк, или расходы по его установке не окупятся?

Метель, снежные заносы остановили движение поездов; телеграфные столбы поломаны бурей. Много дала бы железная дорога, чтобы уметь предвидеть снежную бурю, размывы, гололёд. Едва ли не ещё важнее предсказание бури на море, где неожиданно налеле-

тевший шторм может быть причиной гибели ценностей и даже человеческих жизней.

Бурное таяние снега, разливы, паводки... Как важно знать запасы снега в области, знать, сколько воды он может дать при таянии и где нужно опасаться наводнения!

А наводнения в Ленинграде? Сколько бедствий и убытков можно предотвратить, если знать о них наперёд!

Авиатор собирается совершить перелёт. Внизу, у земли, ветра нет; погода спокойная, тихая. Но что ждёт его наверху? Такая же тишина, или там подстерегает его буря?

Больной хочет ехать на курорт. Ему необходимо знать, какое место лучше всего выбрать, где больше солнца, меньше ветров и дождей, где воздух чище, — вообще какого климата надо ждать на том или ином курорте.

Вот ряд примеров из самых различных областей жизни. Он далеко не исчерпывает всех тех вопросов, на которые отвечает или стремится ответить метеорология. Наука эта сравнительно мало известна в широких кругах, а между тем нет человека, который в той или иной мере не пользовался бы её услугами. Вся жизнь людей тесно связана с погодой и климатом страны, где они живут и работают. В городе это ощущается меньше, чем в деревне, но погода и климат не остаются без влияния и на горожанина. Метеорология — это и есть наука о воздухе, который нас окружает, об изменениях, которые в нём происходят и создают для каждого места то, что называется его погодой, а в конечном счёте — климатом.

## **Что знали о погоде в древности**

Некоторые из сейчас перечисленных вопросов возникли лишь в позднейшее время. Но прежде люди гораздо больше зависели от погоды, чем теперь, и простейшие наблюдения над погодой, особенно в связи с земледелием и мореплаванием, велись уже в глубочайшей древности. Старейшие из дошедших до нас метеорологических записей — это глиняные дощечки из Вавилонии, хранящиеся теперь в Британском музее, в Лондоне. На них записаны различные приметы погоды большею частью в связи с урожаем, например:

*«Когда гром гремит в месяце Себат, то появится саранча».*

*«Когда солнце окружено кругом, то пойдёт дождь» и т. п.*

Подобные же заметки встречаются в Библии, а также у древних греков и римлян. У греков существовали особые календари погоды со своего рода «расписаниями» погоды на долгие сроки вперёд; они, по-видимому, пользовались успехом, хотя предсказания эти переплетались с самыми нелепыми суевериями и религиозными предрассудками. Грекам же — именно Аристотелю — принадлежит и первый научный труд по метеорологии, относящийся, впрочем, скорее к физике. Он был написан в IV веке до нашей эры, а в 1923 г. издан впервые на английском языке.

Древние индусы и китайцы также не остались в стороне от метеорологии; в их дошедших до нас книгах встречаются иногда интересные отрывки из области наблюдений над погодой. В начале нашей эры индусский поэт Калидаза написал целую поэму под названием «Облачный Вестник». В ней поэтически описывается движение облака во время муссонов — дождливого периода в Индии. Вот некоторые стихи оттуда:

*«Отдохни на горе, когда слишком утомишься... Остановись на время на холме Амракута, излей влагу, стань легче и спеши далее...*

*На горе Кайлаза твоё тело замёрзнет внутри тебя, и страшный гром будет сопровождать тебя...*

*Когда принесёшь весть любви моей возлюбленной в Алахе близ Кайлаза, ты свободно, и пусть никогда не будешь ты разлучено со своей возлюбленной, молнией, как я, несчастный, разлучён со своей...»*

Индусами, очевидно, было правильно прослежено направление облаков, их образование на горах, когда тёплый влажный ветер с моря встречает на пути Гималаи, и выпадение из облаков дождя, а иногда и образование сильных гроз и града («тело замёрзнет внутри тебя»).

Целый ряд суеверий, связанных с погодой, и до настоящего времени сохранился у всех народов; некоторые из народных примет имеют под собой, впрочем, известные здравые основания. Во всяком случае, начало научной метеорологии было положено только тогда, когда были изобретены важнейшие приборы и стало возможно правильное наблюдение погоды.

---

## ГЛАВА ПЕРВАЯ

# ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

### Сколько весит воздух?

**З**а нормальное давление условно принимается давление воздуха на уровне моря и при температуре  $0^\circ$ . Тогда оно уравнивается столбом ртути в барометрической трубке высотой в 760 мм. Может быть, кто-нибудь спросит: «Причём тут температура?» Надо вспомнить, что все тела от теплоты расширяются; стало быть, расширяется и ртуть в трубке; значит, при одном и том же давлении атмосферы столбик ртути будет выше, чем при  $0^\circ$ , если температура выше  $0^\circ$ , и ниже, чем при  $0^\circ$ , — если температура ниже  $0^\circ$ . Строго говоря, так как вес всякого тела зависит от его расстояния до центра Земли, Земля же, как известно, не шар, а сплюснута у полюсов, то нужно ещё присоединить и поправку на широту места; но она очень незначительна и необходима лишь для самых точных измерений.

Сколько же, однако, весит столб воздуха, давление которого уравнивается столбом ртути в 760 мм длиной? Это, конечно, зависит от площади основания столба. Положим, что нас интересует давление на площадку в квадратный метр. Если бы мы имели не ртуть, а воду, столб её в барометрической трубке был бы не 760 мм, а в  $13\frac{1}{2}$  раза больше, т. е. примерно  $10\frac{1}{2}$  м, и объём такого столба при основании 1 кв.  $10\frac{1}{2}$  куб. м; вес его был бы  $10\frac{1}{2}$  т, т. е. 10 500 кг или более 650 пудов.

Наш организм вполне приспособлен только к тем давлениям, которые нам постоянно приходится переносить. Резкие повыше-

ния или понижения давления обычно сказываются на человеке, особенно если он не вполне здоров. Подъёмы в высокие, разреженные слои воздуха при полётах на шарах или самолетах или восхождениях на горы сказываются и у здоровых людей различными болезненными явлениями. Отчасти здесь играет роль недостаток кислорода, но в значительной степени — и самое понижение давления.



Рис. 1. Ниагарский водопад, замёрзший во время сильных морозов в феврале 1926 г.

Привычка, играющая такую большую роль в жизни человека, проявляется, однако, и в этой области. Во время длительных экспедиций на высокие горы, когда людям приходилось сравнительно долго оставаться на больших высотах, они вначале чувствовали себя очень скверно: страдали заметной слабостью, не могли спать и т. п. Но с течением времени наступало приспособление к

разреженному воздуху, и уже через 4–5 дней путешественники чувствовали себя довольно сносно. Последняя экспедиция на Эверест летом 1924 года, когда была достигнута наивысшая точка около 8580 м (высота Эвереста — около 8845 м), показала, что и на этих грандиозных высотах можно существовать и даже совершать переходы без искусственного дыхания кислородом, при условии предварительной тренировки. А ведь давление там — примерно 260 мм, почти втрое меньше нормального! Значительно ниже этих головокружительных высот, но всё же на весьма почтенной высоте около 5200 м (всего на 400 м ниже вершины нашего Эльбруса), там же на Эвересте постоянно живёт отшельник-индус и, по-видимому, чувствует себя хорошо, хотя давление не превышает 400 мм.



Рис. 2. Дом во Флоренции, где работал Галилей



Рис. 3. Наружный вид дома Галилея во Флоренции

Если же каким-нибудь образом выкачать внутренний воздух из полых предметов, внешнее давление сразу проявит себя. В учебниках физики описывается знаменитый опыт с «Магдебургскими полушариями», которые, когда из них выкачали воздух, так плотно прижались друг к другу под действием атмосферного давления, что их не могли разнять 16 лошадей. А вот любопытный пример из другой области. На побережье океана в С. Америке часто проносятся бури колоссальной силы, так называемые «торнадо». Давление при этих бурях падает иногда в короткий срок до 700 мм и даже ниже. Оказывается, что давление внутри зданий при таких резких падениях наружного давления не успевает следовать за последним; разности давления могут получиться настолько большие, что дом как бы взрывается изнутри!

## Где граница атмосферы?

По мере поднятия над Землёй давление и плотность воздуха уменьшаются; при этом давление убывает не пропорционально высоте, а гораздо быстрее. Если бы вся атмосфера имела температуру  $0^\circ$ , то у земли было бы давление 760 мм, на высоте 18,4 км — 76 мм, на высоте 36,8 км — 7,6 мм, на высоте 55,2 км — 0,76 мм и т. д. Так как в верхних слоях температура ниже  $0^\circ$ , то в действительности давление убывает ещё быстрее, и на 40 км составляет уже около 1 мм, а на высоте 500 км — около 0,001 мм. Это величины уже исчезающие малые, и практически атмосфера для нас не существует выше 10–15 км. Определённую границу между такими «следами» воздуха и безвоздушным пространством провести вряд ли можно: переход совершается постепенно, уловить его нельзя. Можно решить другую задачу: как высоко простиралась бы атмосфера, если бы плотность воздуха была всюду одинакова, а не менялась бы с высотой? Это определить не трудно. Мы знаем, что столб воздуха, простирающийся до самых пределов атмосферы, весит 10 500 кг при основании в 1 кв. м. С другой стороны, известно, что 1 куб. м сухого воздуха весит 1,29 кг. Стало быть, такая «однородная атмосфера» простиралась бы на высоту во столько раз большую 1 м, во сколько раз 10 500 больше 1,29. Расчёт даёт 8140, т. е. искомая высота равна приблизительно 8 км. Таким образом, уже вершина Эвереста лежала бы за пределами однородной атмосферы.

## Барометр и погода

Даже из образованных людей многие убеждены, что барометр «показывает погоду», настоящую или будущую. В этом заблуждении поддерживает публику обыкновение мастеров, изготавливающих барометры-анероиды, писать на их циферблате: «ясно», «переменно», «дождь», «буря» и т. п. Барометры-анероиды основаны на том, что металлическая коробка, из которой выкачан воздух, немного сплющивается под влиянием внешнего атмосферного давления, и эти изменения коробки передаются при посредстве рычагов стрелке, движущейся по циферблату. Циферблат обычно

разделён на деления, отвечающие миллиметрам ртутного столба (в старых приборах — на дюймы). Anerоид, даже выверенный и точный, должен постоянно сравниваться с ртутным барометром, так как показывает, строго говоря, лишь изменения давления, а не абсолютную его величину. Правда, в хороших и правильно установленных anerоидах ошибка сравнительно невелика. В публике же чаще всего распространены дешёвые anerоиды, установленные без сравнения с ртутным барометром и, конечно, не принимая в расчёт высоты того места, для которого предназначен anerоид. Публика этим, впрочем, не интересуется. Она смотрит прежде всего на надписи, которыми украшен циферблат, и, когда стрелка стоит на «великой суши», а моросит дождь, или если стрелка показывает «дождь» в солнечную погоду, владелец барометра бранит и его и метеорологов. Виноват между тем он сам, потому что не потрудился узнать, что не только anerоид, который прежде всего может быть неправильно установлен, а и самый совершенный ртутный барометр вовсе не обязан предсказывать погоду.



Рис. 4. Шквал с дождём

Барометр показывает *давление воздуха*, а оно зависит от высоты места. В одну и ту же погоду барометр на вершине горы будет стоять на «великом дожде», в то время как внизу он покажет «ясно». Давление, низкое для Ленинграда, будет высоким для Москвы, лежащей выше. Но допустим, что мы учли это, введя поправку на высоту, или, как говорят, «приведя давление к уровню моря». (Это делается при помощи особых таблиц, а для высот, близких к поверхности земли, до 900–1000 м, можно грубо принять, что разность давлений в 1 мм отвечает разности высот в 11 м). Всё же, как увидим дальше, погода вообще зависит не столько от давления, сколько от его *изменений*, а кроме того, ещё от целого ряда многообразных условий. Правда, до известной степени можно сказать, что при продолжительном высоком стоянии барометра обычно бывает ясная и тихая погода, при резком же падении — надо ждать дождя и сильного ветра. Но это имеет значение лишь относительное, и сердиться на барометр, когда он «врёт», нет никаких оснований.

---

---

## ГЛАВА ВТОРАЯ

# СОЛНЦЕ И СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ

### Что даёт нам Солнце?

**В**ся энергия, которой мы пользуемся на Земле, берётся от Солнца. На первый взгляд, это не совсем понятно. Ведь зимой в средних и тем более высоких широтах Солнце почти не греет, однако мы обходимся без помощи солнечной теплоты и жжём в печах дрова или уголь. Кроме того, мы применяем энергию мощных паровых и электрических двигателей, пользуемся силой воды, иногда силой ветра, и даже не вспоминаем о Солнце!

Рассуждая так, забывают, что наши паровые и электрические двигатели работают не сами собой, а требуют топлива. Их топят дровами или углём. Но дрова — это деревья из лесу, а дерево не растёт без достаточного тепла и света, даваемого ему Солнцем. Вся ткань дерева — это словно вместилище накопленной солнечной энергии. Уголь же не что иное, как остатки первобытных лесов, произраставших много миллионов лет тому назад, — то есть опять-таки накопленная солнечная энергия.

А водяные двигатели? Тут как будто Солнце ни при чём: колёса вертит вода. Откуда, однако, берётся вода и как она накапливается? Если бы на Земле не было дождей и снега, все реки давно иссякли бы, а дождь и снег образуются из влаги, поднятой с Земли Солнцем.

Точно так же и ветер возникает от того, что различные части земной поверхности нагреваются неравномерно и тем дают начало движениям воздуха. Итак, вся энергия на Земле происходит от

Солнца. Наша мускульная и умственная энергия в конечном счёте зависит тоже от Солнца: без пищи человек существовать не может, а пища его — та же солнечная энергия, скопленная в клетках животных или растений.

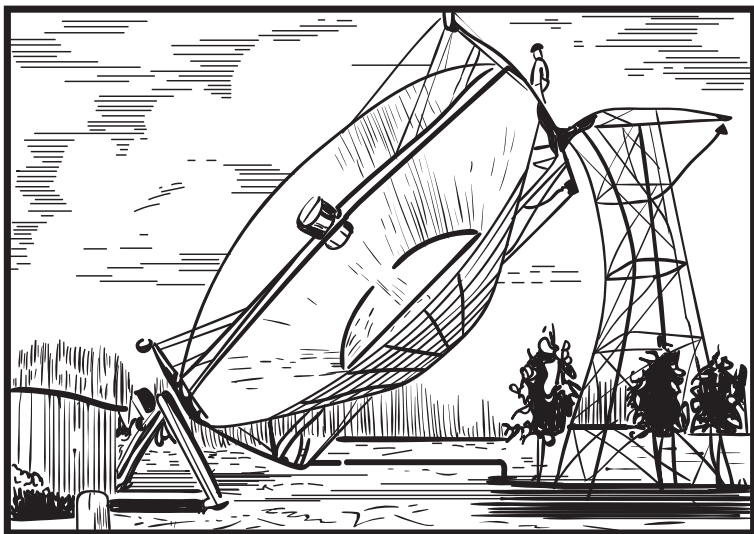


Рис. 5. Один из типов солнечной машины. Изображённый сверху человек даёт возможность судить о размерах зеркала, концентрирующего солнечные лучи

Сколько же тепла даёт нам непосредственно само Солнце? В одну секунду Солнце излучает кругом себя такое количество тепла, которое может растопить слой льда в виде столба диаметром в 4 км и протяжением от Земли до Солнца, т. е. 150 миллионов км! А если выразить в свечах силу солнечного света, то получится 1275 с 24 нулями! Из всего этого громадного количества тепла и света Земля получает менее миллиардной части. Но и этого вполне достаточно для поддержания жизни на Земле.

Значительная часть солнечных лучей задерживается атмосферой — тем больше, чем большую толщу воздуха им приходится проходить, т. е. чем ближе Солнце к горизонту. У границ атмосферы каждый кв. см поверхности, перпендикулярной к направле-