



# Почему прогноз погоды иногда врёт

*Как воздух, вода и солнце устраивают дождь — и почему даже суперкомпьютер не знает, что будет через две недели*



Земля · 8–12 лет · 10 минут

Погода — это то, что происходит с воздухом над твоей головой. Откуда берутся ветер, тучи и дождь, зачем метеорологам тысячи шариков с приборами и почему одна бабочка теоретически может испортить выходные.

## Испорченный пикник

В пятницу в телефоне было написано: суббота, солнечно, двадцать два градуса. Вы собрали рюкзак, взяли мяч и бутерброды. А в субботу в два часа дня на вас вылился ливень, и домой вы шли в мокрых кроссовках.

Обидно. И сразу хочется спросить: чем там вообще занимаются эти синоптики?

На самом деле вопрос интереснее, чем кажется. Прогноз на завтра сегодня сбывается примерно в девяти случаях из десяти — это очень хорошо. А вот прогноз на две недели вперёд не сбудется никогда, сколько бы компьютеров ни построили люди. И это не лень и не глупость. Так устроен мир. Сейчас разберёмся почему.

## Погода — это воздух

Сначала договоримся, о чём речь. Погода — это то, что прямо сейчас происходит с воздухом над твоей головой: тепло или холодно, дует или тихо, сыро или сухо, капает сверху или нет.

Весь этот воздух — атмосфера. Она кажется огромной, но на самом деле это тоненькая плёнка. Если уменьшить Землю до размера школьного глобуса, вся атмосфера окажется слоем в пару миллиметров — тоньше, чем кожура на яблоке. А почти вся погода происходит и вовсе в нижнем слое — примерно до десяти километров. Самолёты специально летят выше, чтобы в эту суету не лезть.

### Атмосфера

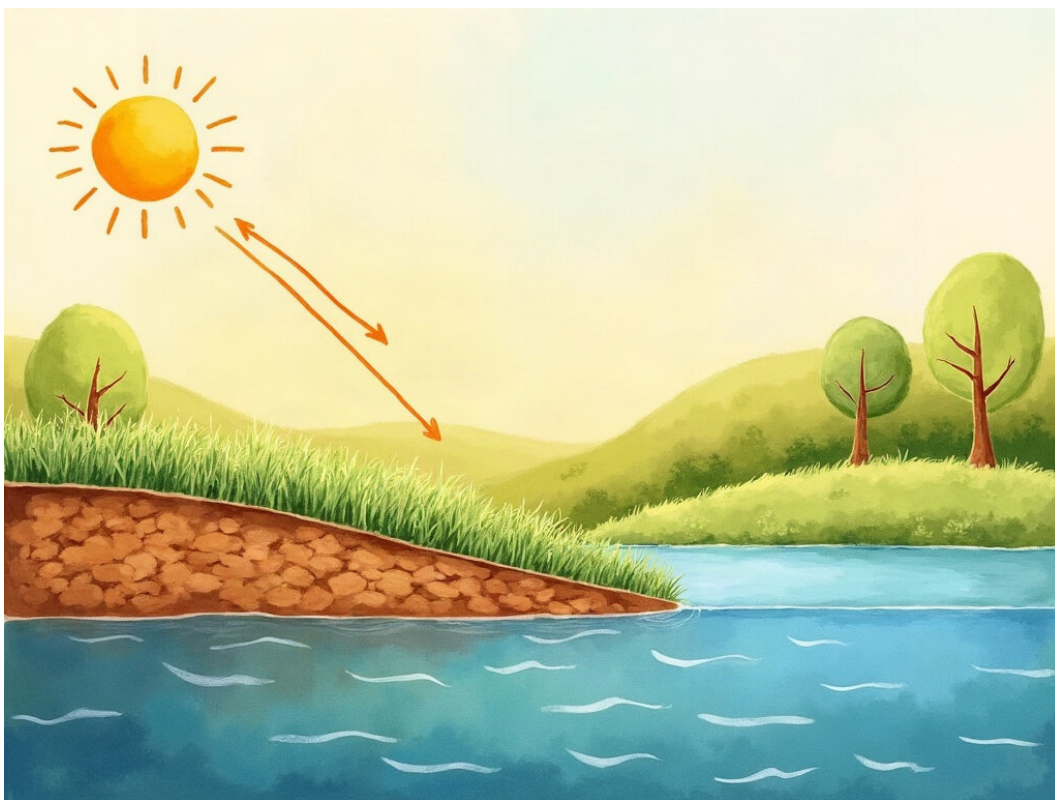
Слой воздуха вокруг планеты. В основном это азот (почти четыре пятых) и кислород (примерно пятая часть). Водяного пара в ней меньше процента — но именно он устраивает всю самую заметную погоду: облака, дождь, снег и туман.

## Двигатель всего этого — Солнце

У погоды один-единственный мотор: солнечный свет.

Но греет Солнце неровно. Тёмная асфальтовая площадка нагревается сильнее, чем зелёный луг. Луг — сильнее, чем озеро. Экватор, куда лучи падают почти отвесно, получает гораздо больше тепла, чем полюса, где они скользят вдоль поверхности.

А дальше срабатывает простое правило, которое ты можешь проверить сам: **тёплый воздух легче холодного и поднимается вверх**. Он разреженный, его молекулы разбегаются друг от друга. Поэтому над горячей асфальтовой площадкой воздух уходит вверх, а на освободившееся место снизу затекает воздух похолоднее — с озера, из леса, с моря.



*Солнце греет землю неравномерно — так рождается ветер*

Вот это затекание и есть ветер. Ветер — не какая-то отдельная стихия, это просто воздух, который переползает оттуда, где его много и он давит сильнее, туда, где его меньше.

### Найди ветер в комнате

1. Возьми узкую полоску тонкой бумаги (подойдёт салфетка) и держи её за краешек, чтобы она свободно висела.
2. Поднеси её к приоткрытому окну зимой или в прохладный вечер — сначала к верхнему краю щели, потом к нижнему.
3. Наверху полоска отклонится наружу, внизу — внутрь комнаты. Тёплый воздух уходит из комнаты вверх, холодный заползает снизу.
4. Это та же самая машина, которая устраивает бриз на море: днём ветер дует с воды на нагретый берег, а ночью — наоборот.

## Как из невидимого пара получается туча

Вторая половина погоды — вода.

Лужа во дворе высыхает не потому, что вода «кончилась». Она превращается в водяной пар — невидимый газ — и уходит в воздух. Вместе с водой, которая испаряется с морей, рек и даже с листьев деревьев, её в воздухе всегда довольно много.

Теперь важное: **чем теплее воздух, тем больше пара он может в себе держать**. Тёплый воздух — как большой рюкзак, холодный — как маленький.

И вот тёплый влажный воздух поднимается вверх. Чем выше, тем холоднее: примерно на шесть градусов на каждый километр подъёма. Рюкзак сжимается, лишний пар помещаться перестаёт — и собирается в крохотные капельки воды вокруг пылинок. Миллиарды таких капелек, висящих рядом, мы и видим как облако.

Капельки в облаке совсем маленькие, легче пылинки, поэтому они висят. Но они сталкиваются, слипаются, тяжелеют — и однажды становятся настолько крупными, что воздух их больше не держит. Тогда на вас и выливается ливень посреди пикника.

То же самое можно увидеть на кухне: над кастрюлей с кипятком висит белое облачко. Сам пар невидим, а вот то, что вы видите, — уже капельки, которые остыли и собрались.



*Пар поднимается, остывает и превращается в капли — получается облако*

#### **Дождевая капля падает медленно**

Капля дождя летит вниз со скоростью примерно 8 метров в секунду — это быстрее, чем бежит человек, но медленнее велосипеда. Воздух её тормозит. А ещё капли не бывают «в форме слезинки»: маленькие почти круглые, крупные снизу приплюснуты, как булочка.

## **Чем занимаются синоптики**

Чтобы предсказать, что будет завтра, нужно как следует знать, что происходит сейчас. Причём не в одной точке, а везде и на всех высотах — потому что через сутки воздух, который сейчас висит над соседней страной, окажется у тебя.

Поэтому погоду измеряют огромной сетью: тысячи наземных станций, спутники, корабли, буи в океане, датчики на пассажирских само-

лётах. И дважды в сутки, в одно и то же время по всему миру, в небо запускают шары-зонды с приборами. Шар поднимается на тридцать с лишним километров, раздувается и лопаётся, а коробочка с приборами всю дорогу передаёт вниз температуру, влажность и давление.



*Каждый день в небо по всему миру уходят сотни шаров с приборами*

Все эти числа складывают в компьютер. Он делит атмосферу на сетку из клеточек — что-то вроде трёхмерной шахматной доски на всю планету — и считает по законам физики, что произойдёт в каждой клетке через несколько минут. Потом ещё через несколько минут. И так далее, шаг за шагом, на дни вперёд.

Это одна из самых тяжёлых вычислительных задач на свете. Прогнозом погоды занимаются одни из самых мощных компьютеров в мире.

## Почему дальше двух недель — стена

А теперь честный ответ про испорченный пикник.

Клеточка в такой сетке — это квадрат со стороной в несколько километров. Всё, что меньше, компьютер просто не видит: одинокое облако над вашим двором для него не существует. И никакие приборы не измеряют температуру в каждой точке воздуха — между станциями всегда есть дырки, которые приходится досчитывать примерно.

Значит, начальные данные всегда чуточку неточны. Казалось бы, ерунда. Но атмосфера устроена так, что крошечная неточность не остаётся крошечной: сегодня она размером с полградуса, завтра — с облако, послезавтра — с грозу, а через неделю — с целый циклон, которого в расчёте вообще не было.

Учёный Эдвард Лоренц заметил это в начале шестидесятых, когда его программа выдала два совершенно разных прогноза из-за округления в третьем знаке после запятой. Своё выступление он назвал так: «Может ли взмах крыльев бабочки в Бразилии вызвать торнадо в Техасе?» Отсюда и пошло выражение «эффект бабочки».

Поэтому синоптики сейчас считают не один прогноз, а сразу полсотни — с чуть-чуть разными начальными данными. Если все пятьдесят дают дождь, значит дождь почти наверняка. Если тридцать из пятидесяти — вот вам и «вероятность осадков 60 процентов». Эта странная фраза в телефоне означает именно это: не «дождь будет идти 60 процентов времени», а «в шести случаях из десяти таких дней у вас капало».

#### Предел примерно в две недели

Расчёты показывают: даже с идеальными приборами и бесконечно мощным компьютером конкретную погоду дальше чем на 10–15 дней предсказать нельзя в принципе. А вот климат — то есть какая погода бывает обычно — предсказывать можно: никто не знает, будет ли дождь 3 января, но все уверены, что в январе в Москве будет холоднее, чем в июле.

## Главное в трёх строчках

- Погода — это движение воздуха, который Солнце нагревает неравномерно; ветер дует оттуда, где воздуха больше, туда, где меньше.

- Облака и дождь получаются, когда тёплый влажный воздух поднимается, остывает и не может больше удержать в себе водяной пар.
- Прогноз на завтра почти всегда верный, а дальше двух недель — невозможен: крошечные неточности в измерениях быстро вырастают в большие ошибки.

#### Вопросы для размышления

- Почему ночью на траве появляется роса, хотя дождя не было?
- Синоптик сказал: «вероятность дождя 20 процентов», и дождь пошёл. Ошибся ли он?
- Почему у моря днём почти всегда дует ветерок, даже в жару?