

В статье «Карта осадков: ответ» мы познакомились с циклонами и антициклонами. Но что заставляет их вращаться? Среди циклонов особенно выделяются тропические ураганы; разберёмся на их примере.

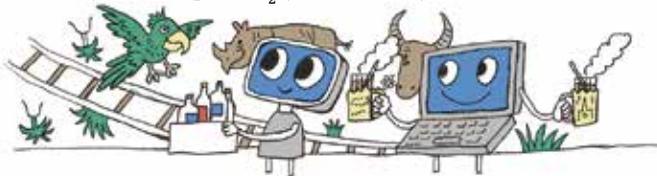
Откуда ураганы вообще берутся? Из тёплого океана испаряется вода. Водяной пар легче воздуха<sup>1</sup>, поэтому влажный воздух начинает всплывать в атмосфере. На место всплывшего воздуха стекается соседний, собирая по пути ещё больше влаги с окрестного океана. Получается похоже на кастрюлю с кипящей водой, в которой вода поднимается со дна, образуя на поверхности небольшой фонтан. Только вода там всплывает оттого, что её греет дно и этим уменьшает её плотность, а воздух в толще будущего урагана всплывает оттого, что его увлажнил океан и этим понизил его плотность.

Теперь представим для наглядности, что наш ураган зародился на Северном полюсе (скажем, кто-то стал кипятить Арктику). Если бы Земля была неподвижна, то (изначально неподвижный) воздух окрестностей, разгоняясь к центру урагана, так бы к нему и дул по прямой. Но Земля вращается, и это всё меняет.

Представим, например, полярный круг таким кольцевым поездом, который едет вокруг полюса и везёт на себе пассажира-атмосферу. Когда воздух с полярного круга идёт к неподвижному полюсу, он будто пытается спрыгнуть с поезда на неподвижный перрон: конечно, он не останавливается как вкопанный, а летит по перрону кубарем, по инерции. Наш полярный поезд делает оборот за 24 часа, проехать ему нужно полярный круг длиной ~16 000 км, так что он делает почти 200 м в секунду – неудивительно, что соскочивший воздух несётся с ураганной скоростью.

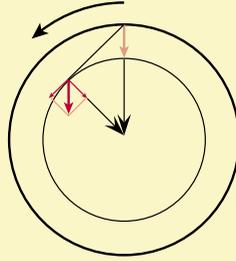
В действительности воздух, конечно, не мгновенно оказывается в центре циклона, а движется туда постепенно, будто перескакивая на всё более медленные соседние поезда-широты. С одной стороны, это даёт ему время потормозить на них о землю. С другой стороны, в таком плавном движении можно увидеть ещё один

<sup>1</sup> У молекулы воды  $H_2O$  масса  $1 + 1 + 16 = 18$  атомных единиц, а у азота  $N_2$  ( $14 + 14 = 28$ ) и кислорода  $O_2$  ( $16 + 16 = 32$ ) – заметно больше.



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

источник ускорения. Стоя на полюсе, посмотрим на воздух вдали прямо перед собой. Чтобы он приблизился, надо его притянуть, дать импульс («пинок») в направлении центра (розовая стрелка). Но Земля крутится, смещает воздух вбок, и когда он усядется на новую широту, полученный им в начале импульс будет направлен уже мимо центра (красная стрелка). То есть «пинок» помог не только приближению, но и вращению вокруг полюса (мелкие красные стрелки).



Если же воздух идёт от полюса в стороны, ситуация обратная: воздух будто пытается запрыгнуть на поезд, и его уносит в конец вагона. Такова ситуация около экватора – самого длинного и быстрого поезда. Там тёплый воздух поднимается, замена приходит с более медленных широт, не поспевая за вращением Земли, – и в районе экватора дует стойкий ветер на запад.

Все эти закручивания – частные случаи общего *эффекта Кориолиса*: с точки зрения вращающегося наблюдателя, движущееся в какую-то сторону тело поворачивает в направлении, обратном вращению наблюдателя.

Этот эффект, можно сказать, складывается из двух частей равной величины. Первая часть: одна и та же «настоящая» скорость тела выглядит для крутящегося наблюдателя по-разному в зависимости от того, как далеко он находится от тела. Например, если тело удаляется от наблюдателя, оно больше отстаёт от вращения и как будто заворачивает в сторону. Вторая часть – постоянное направление скорости выглядит для крутящегося наблюдателя крутящимся в противоположную сторону. Первую часть мы обсуждали, когда прыгали с поезда на перрон, а вторую – когда импульс переходил во вращение.

Итого, великан, стоя на крутящейся Земле и глядя на облака сверху, видит, что сходящийся к месту с низким давлением воздух закручивается по направлению вращения Земли (против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой в Южном), это циклон; а расходящийся от высокого давления воздух закручивается в противоположном направлении, это антициклон.

На видео [kvan.tk/hurricane](http://kvan.tk/hurricane) видно, что ураган будто вращается сразу в обе стороны. Почему?



Художник Артём Костюкевич

