



Теплые объятия атмосферры

**Как меняется
температура
с высотой?
Сейчас разберемся...**

► **Никита Копа**


«**Н**аш полет проходит на высоте 10 000 метров, температура за бортом -50°C ...» – подобную фразу, переданную пилотом по громкой связи, слышал каждый, кто летал на самолете. И в голове сразу рождается мысль: надо же, еще 20 минут назад, на аэродроме, было вполне тепло, а тут такая холодрыга!.. Мы удивляемся, хотя прекрасно знаем, что с увеличением высоты температура воздуха уменьшается. Метеорологи даже



С УВЕЛИЧЕНИЕМ
ВЫСОТЫ
ТЕМПЕРАТУРА
ВОЗДУХА В СРЕДНЕМ
УМЕНЬШАЕТСЯ
НА 6,5 °С
НА КИЛОМЕТР.

ИЗ ХОЛОДА – В ЖАР

Самое холодное место в нашей стране – Оймякон, где была зафиксирована температура – 68 °С. Но в июле в этом же месте температура поднималась до +34 °С. Разница составляет 102 °С!



▲ Оймяконская долина в Якутии – одно из самых холодных мест на Земле.

ТЕРМИНАЛ

Тропосфера (др.-греч. *тρός* «поворот, изменение» и *σφαίρα* «шар») – нижний, наиболее изученный слой атмосферы. Толщина тропосферы составляет в тропиках 16-18 км, а в полярных районах – около 10 км летом и всего около 8 км зимой.

рассчитали величину этого уменьшения – в среднем она составляет 6,5 °С на километр высоты. И объяснение тут довольно простое: солнечные лучи нагревают воздух очень слабо – основное тепло он получает от поверхности Земли. Правда, бывают и исключения.

ВОПРОКИ ПРАВИЛАМ

Для начала следует сказать, что температура уменьшается с высотой не во всей толще атмос-

феры, а только в нижней ее части, которая называется **тропосферой**. Выше же, примерно до высоты 25 км, температура всегда держится у отметки около –55 °С.

Это может показаться странным, если вспомнить, что у поверхности земли во многих местах может быть куда холоднее – в якутском селе Оймякон температура опускалась до –68 °С, а на полярной станции «Восток» в Антарктиде – и вовсе до –89 °С. Дело в том, что иногда при увеличении высоты



◀ На снимке Земли, сделанном на Международной космической станции, тропосфера – участок неба оранжевого цвета.

▶ Антарктическая станция «Восток», где была зафиксирована самая низкая температура на Земле, расположена на высоте 3,5 км над уровнем моря.



ФОТО: MNP.GOV.RU

ТЕРМИНАЛ

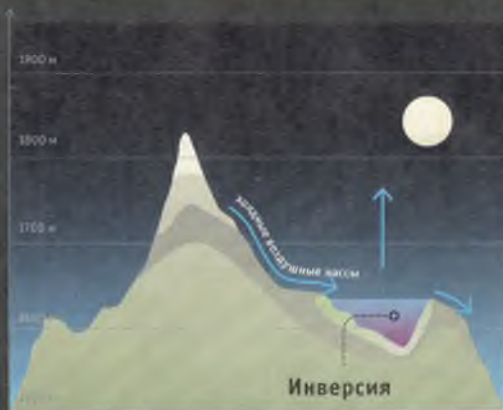
Инверсия – (в переводе с латыни означает «переворачивание», «перестановка») – нарушение обычного порядка.

температура не уменьшается, а, наоборот, увеличивается. Это явление называется температурной **инверсией**. Оно часто происходит ясными безветренными ночами, когда поверхность Земли интенсивно излучает тепло и охлаждается, заодно охлаждая и приземный слой воздуха. Днем инверсия обычно исчезает, однако зимой в умеренных и полярных широтах приземный слой холодного воздуха может не успеть прогреться за короткий световой день, в результате чего инверсия сохраняется в течение нескольких суток. Очень сильные и устойчивые инверсии возникают в горных котловинах Восточной Сибири, где без-

облачная тихая погода может стоять месяцами – в результате температура в котловине может быть на 15–20 °C ниже, чем в нескольких сотнях метров выше по склону. Но самые мощные инверсии образуются над ледниковым щитом Антарктиды полярной ночью, когда воздух над снежным покровом постоянно выхолаживается в течение почти полугода. Так, на той же полярной станции «Восток» одно из наблюдений показало, что на уровне снега столбик термометра опустился до –70 °C, а всего в 350 м выше температура была равной –37 °C.

ПОЯВЛЕНИЕ ИНВЕРСИИ В ГОРНОЙ КОТЛОВИНЕ

Ночью приток холодного воздуха охлаждается еще сильнее из-за контакта с остывшей землей, и скапливается в низине. Днем солнечные лучи прогревают землю, но если тепла недостаточно, в низине остается холодный воздушный слой.



► Температурная инверсия: поднимающийся дым сдерживается слоем теплого воздуха, находящегося сверху.

ФОТО: JOHAN THE GHOST



«ЧЕРНОЕ НЕБО»

Инверсию можно наглядно видеть, наблюдая за дымом из трубы. Обычно в безветренную погоду дым поднимается вертикально (так как он, хотя и остывает в процессе подъема, всегда остается теплее, а значит, легче окружающего воздуха, температура которого тоже уменьшается с высотой) и постепенно рассеивается. В случае же инверсии дым, поднимаясь через приземный слой холодного воздуха, охлаждается до такой степени, что становится холоднее, а следовательно, и тяжелее, выходящего слоя. В результате дым перестает подниматься и начинает распространяться горизонтально. Если же в одном месте много источников дыма и прочих выбросов – например, дело происходит в городе, в котором много заводов и автомобилей, – то все загрязняющие вещества накапливаются в приземном холодном слое, что создает серьезные проблемы с качеством воздуха. Такая ситуация часто склады-

вается, например, в Красноярске, где это явление даже имеет особое название – «черное небо».

ВВЕРХ И НА СЕВЕР

Впрочем, основное правило всё же таково: чем выше мы находимся, тем холоднее вокруг. И тут можно решить, что при подъеме в горы климат будет меняться так же, как если бы мы двигались к полюсам (в нашем полушарии – в сторону севера). Однако, если бы мы действительно шли от экватора к полюсу, климат обретал бы всё более выраженную сезонность – чем дальше

ДЫМ ПЕРЕСТАЕТ ПОДНИМАТЬСЯ И НАЧИНАЕТ РАСПРОСТРАНЯТЬСЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО.

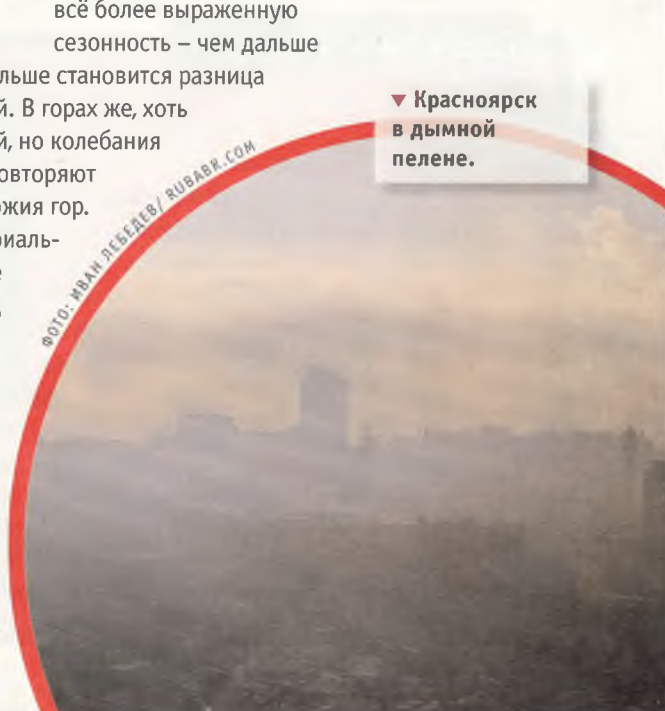
на север, тем больше становится разница между летом и зимой. В горах же, хоть и холодает с высотой, но колебания температур как бы повторяют те, что царят у подножия гор. К примеру, в Экваториальных Андах на высоте 2,5–3 км круглый год стоит температура +13– +15 °С, примерно как в Москве во второй половине мая. Наверное, тебе покажется, что жить без зимы и без лета немного скуч-

▼ Красноярск в дымной пелене.

ВЕЧНАЯ ВЕСНА

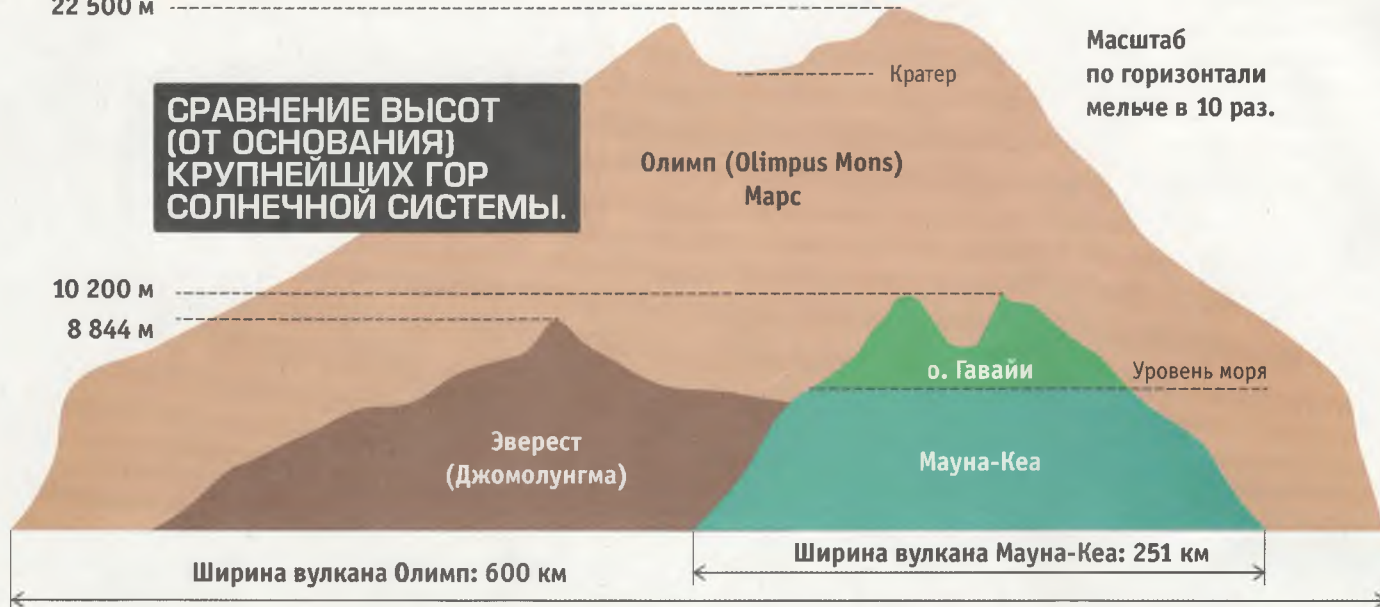
В столице Экватора Кито (2,8 км над уровнем моря, 25 км от экватора) разница средних температур самого холодного и самого теплого месяца составляет всего 0,4 °С, но в течение дня температура меняется достаточно сильно, в среднем, на 12 °С.

ФОТО: ИВАН ЛЕБЕДЕВ / RUBAR.COM



22 500 м

СРАВНЕНИЕ ВЫСОТ (ОТ ОСНОВАНИЯ) КРУПНЕЙШИХ ГОР СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ.



► новато, но, согласись, что такой климат лучше, чем вечные $+26...+28^{\circ}\text{C}$ у подножия. (Конечно, для пляжа это идеальная погода, но ведь и в школу тоже ходить придется!) Возможно, именно поэтому столицы Колумбии и Эквадора – стран, в которых расположены Экваториальные Анды, – и находятся в поясе «вечной весны».

ВДАЛИ ОТ ЗЕМЛИ

А что же на других планетах? Космонавт, решивший заняться там альпинизмом, увидит всё ту же картину – чем выше в горы, тем холоднее. Правда, например, на Марсе температура уменьшается в среднем на $2,5^{\circ}\text{C}$ на каждый километр высоты, то есть не так сильно, как у нас на Земле. Это объясняется тем, что марсианская атмосфера менее прозрачна, в ней всегда много пыли, поэтому сол-



▲ Сравнительные размеры планет.

нечное тепло лучше прогревает газовую оболочку Марса. Однако для штурма высочайшей горы Марса, Олимпа, придется утеплиться: ее высота – 26 км, а значит, на вершине должно быть на 65°C холоднее, чем внизу.

Становится холоднее при движении вверх и на Венере. Если у поверхности там царит просто адская жара – около $+470^{\circ}\text{C}$, то на высоте 50–55 км температура опускается до вполне комфортных $+20^{\circ}\text{C}$. Кстати, и атмосферное давление на этой высоте почти равно земному. Может быть, в будущем можно устроить там города, висящие на огромных дирижаблях? Но есть маленькая проблема: атмосфера Венеры почти полностью состоит из углекислого газа, и там бывает дождливо, при этом из туч льется не вода, а... концентрированная серная кислота. ■

ГДЕ ИСКАТЬ ВОДУ?

Если на Марсе есть вода, то почему вершины тамошних гор не покрыты снеговой шапкой, как на Земле? Дело в том, что гравитация Марса меньше земной, и атмосферы там немного. Поэтому на среднем уровне поверхности Красной планеты атмосферное давление очень низкое – в 160 раз меньше земного, или как на Земле на высоте 35 км. Добавим к этому, что на вершине марсианского вулкана Олимп, высота которого 26 км, атмосферное давление уменьшается еще в 50 раз! В таких условиях и снег, и лед тут же испаряются, даже несмотря на окружающий холод. Но у Марса есть и впадины, самая глубокая из них, равнина Эллада, расстилается на 7 км ниже подножия Олимпа. Давление здесь в два раза выше среднемарсианского, и тут возможно существование жидкой воды. Правда, уже при температуре $+10^{\circ}\text{C}$ она будет кипеть.



▲ Марсианский вулкан Олимп, фотография со спутника с расстояния 900 км.



▲ Гора Маат – самый высокий (8,3 км) вулкан Венеры. Компьютерное изображение.