|  |  |
| --- | --- |
| **How Airplanes Work**  by Marshall Bryan, Robert Lamb & Brian Adkins | Как летают самолёты Маршалл Брейн, Роберт Лэмб и Брайан Адкинс |
| Human flight has become a tired fact of modern life. At any given moment, roughly 5,000 airplanes crisscross the skies above the United States alone, amounting to an estimated 64 million commercial and private takeoffs every year [source: NATCA]. Consider the rest of the world's flight activity, and the grand total is incalculable. | Полёт человека стал обыденной вещью в современном мире. Согласно Национальной ассоциации диспетчеров воздушных сообщений, в данный момент только над США около 5000 самолётов бороздят небо, что составляет примерно 64 миллиона коммерческих и частных полётов в год. А если мы начнём подсчитывать остальные полёты в мире, то мы, скорее всего, просто собьёмся со счёта. |
| We often glimpse a plane in the sky with no greater understanding of the principles involved than a caveman. | Мы часто видим в небе самолёт и, подобно пещерному человеку, который ничего не знал о мире вокруг, также ничего не знаем о принципах, по которым эта стальная птица держится в воздухе. |
| How do these heavy machines take to the air? To answer that question, we have to enter the world of fluid mechanics. | Так, как же эти огромные машины поднимаются в небо? Чтобы ответить на этот вопрос, нам придётся вспомнить физику жидкостей и газов. |
| Physicists classify both liquids and gases as fluids, based on how they flow. Even though air, water and pancake syrup may seem like very different substances, they all conform to the same set of mathematical relationships. In fact, basic aerodynamic tests are sometimes performed underwater. To put it simply, a salmon essentially flies through the sea, and a pelican swims through the air. | Физики относят жидкости с газами к текучим веществам, основываясь на их текучести. Несмотря на то, что воздух, вода и сироп для блинчиков могут показаться нам совершенно разными веществами, все они подчиняются одному и тому же набору математических соотношений. На самом деле, основные аэродинамические испытания порой выполняются под водой. Иными словами, лосось, по сути, летит по морю, а пеликан плывёт по воздуху. |
| The core of the matter is this: Even a clear sky isn't empty. Our atmosphere is a massive fluid layer, and the right application of physics makes it possible for humans to traverse it. | Дело в том, что даже небо, которое кажется нам абсолютно ясным и чистым, не такое уж и пустое. Наша атмосфера ― это массивная газообразная среда, и разумное  применение физики даёт людям возможность путешествовать по воздуху. |
| In this article, we'll walk through the basic principles of aviation and the various forces at work in any given flight. | В этой статье мы поговорим об основных принципах авиации и о том, какие силы задействованы при полете самолета. |
| **How Do Planes Fly: Thrust and Drag** | **Как летают самолеты: тяга винта и лобовое сопротивление** |
| Drop a stone into the ocean and it will sink into the deep. Chuck a stone off the side of a mountain and it will plummet as well. Sure, steel ships can float and even very heavy airplanes can fly, but to achieve flight, you have to exploit the four basic aerodynamic forces: lift, weight, thrust and drag. You can think of them as four arms holding the plane in the air, each pushing from a different direction. | Киньте камень в океан, и он пойдёт на дно. Бросьте его о поверхность горы, он стремительно отлетит от неё, а затем так же упадёт на землю. Несомненно, корабли из стали могут плавать и даже невероятно тяжёлые самолёты способны летать, но для того, чтобы удержаться в воздухе, вам обязательно понадобятся четыре основные аэродинамические силы. А именно подъёмная сила, сила тяжести, сила тяги винта и лобовое сопротивление. Вы можете представить, что это четыре руки, держащие самолёт в воздухе, каждая из которых движет им с разных сторон. |
| First, let's examine thrust and drag. Thrust, whether caused by a propeller or a jet engine, is the aerodynamic force that pushes or pulls the airplane forward through space. The opposing aerodynamic force is drag, or the friction that resists the motion of an object moving through a fluid (or immobile in a moving fluid, as occurs when you fly a kite). | Для начала рассмотрим тягу винта и лобовое сопротивление. Тяга винта, будь она выработана движителем или реактивным двигателем, ― это аэродинамическая сила, которая толкает или же тянет самолёт вперёд сквозь воздушную среду. Тяге винта противодействует лобовое сопротивление, или сила трения, которое препятствует движению тела сквозь воздух или газ (или неподвижному телу в движущейся текучей среде, как это происходит при запускании змея в воздух). |
| If you stick your hand out of a car window while moving, you'll experience a very simple demonstration of drag at work. The amount of drag that your hand creates depends on a few factors, such as the size of your hand, the speed of the car and the density of the air. If you were to slow down, you would notice that the drag on your hand would decrease. | Если вы вытяните руку из окна мчащейся машины, вы испытаете силу лобового сопротивления на своей ладони. Количество сопротивления, создаваемое вашей рукой, зависит от нескольких факторов. К примеру, от размера вашей ладони, от скорости автомобиля, а также от плотности воздуха. Так, если бы вы снизили скорость, вы бы заметили, что сопротивление воздуха ослабло. |
| We see another example of drag reduction when we watch downhill skiers in the Olympics. Whenever they get the chance, they'll squeeze down into a tight crouch. By making themselves "smaller," they decrease the drag they create, which allows them to zip faster down the hill. | Вот еще один наглядный пример уменьшения лобового сопротивления: каждый раз, когда при спуске с горки лыжникам на Олимпийских играх выпадает возможность, они ‘сжимаются’ до полного приседа. Делая себя ‘компактнее’, они уменьшают сопротивление воздуха, что позволяет им с большей скоростью пронестись вниз по склону. |
| A passenger jet always retracts its landing gear after takeoff for a similar reason: to reduce drag. Just like the downhill skier, the pilot wants to make the aircraft as small as possible. The amount of drag produced by the landing gear of a jet is so great that, at cruising speeds, the gear would be ripped right off the plane. | Пилот пассажирского самолёта всегда убирает шасси после взлёта по той же причине: чтобы уменьшить сопротивление воздуха. Так же, как и горнолыжный спортсмен, пилот самолёта стремится сделать своё воздушное судно как можно меньше. Количество сопротивления воздуха, создаваемое шасси, настолько велико, что на крейсерских скоростях их просто-напросто вырвало бы с самолета. |
| For flight to take place, thrust must be equal to or greater than the drag. If, for any reason, the amount of drag becomes larger than the amount of thrust, the plane will slow down. If the thrust is increased so that it's greater than the drag, the plane will speed up. | Для того чтобы полёт состоялся, сила тяги винта должна быть равна лобовому сопротивлению или же несколько превышать его. Если по какой-либо причине количество сопротивления воздуха оказывается больше нужного, самолёт начинает падать. Если же тяга возрастает так, что превосходит лобовое сопротивление, самолет разгоняется. |
| **How Do Airplanes Fly: Weight and Lift** | **Как летают самолеты: сила тяжести и подъёмная сила** |
| Every object on Earth has weight, a product of both gravity and mass. A Boeing 747-8 passenger airliner, for instance, has a maximum takeoff weight of 487.5 tons (442 metric tons), the force with which the weighty plane is drawn toward the Earth. | Каждое тело на Земле имеет свой вес, который является результатом действия земного притяжения. К примеру, максимальный взлётный вес пассажирского самолёта Боинг 747-8 равен 487,5 тоннам (или 442 метрическим  тоннам[[1]](#footnote-1)); это и есть сила, с которой массивный самолет притягивается к Земле. |
| Weight's opposing force is lift, which holds an airplane in the air. This feat is accomplished through the use of a wing, also known as an airfoil. Like drag, lift can exist only in the presence of a moving fluid. It doesn't matter if the object is stationary and the fluid is moving (as with a kite on a windy day), or if the fluid is still and the object is moving through it (as with a soaring jet on a windless day). What really matters is the relative difference in speeds between the object and the fluid. | Весу противостоит подъёмная сила, которая удерживает самолёт в воздухе. Подъёмную силу можно создать при помощи крыла (иначе называемого аэродинамической поверхностью). Подобно лобовому сопротивлению, подъёмная сила возможна только при наличии текучего вещества. Не так важно, находится ли объект в состоянии покоя в то время, как жидкость или газ движутся (как это случается с воздушным змеем в ветреный день) или же наоборот ― неподвижно ли текучее вещество, тогда как тело совершает движение (например, высоко вздымающаяся струя воды в безветренный день). Что по-настоящему имеет значение, так это относительная разность в скоростях между телом и текучим веществом. |
| As for the actual mechanics of lift, the force occurs when a moving fluid is deflected by a solid object. The wing splits the airflow in two directions: up and over the wing and down along the underside of the wing. | Что касается самого механизма подъёма самолёта в воздух, то подъёмная сила возникает в том случае, когда подвижное текучее вещество отклоняется под действием твёрдого тела. Воздушный поток рассекается крылом в двух направлениях: над крылом, т.е сверху, и вдоль нижней части крыла, внизу. |
| The wing is shaped and tilted so that the air moving over it travels faster than the air moving underneath. When moving air flows over an object and encounters an obstacle (such as a bump or a sudden increase in wing angle), its path narrows and the flow speeds up as all the molecules rush though. Once past the obstacle, the path widens and the flow slows down again. If you've ever pinched a water hose, you've observed this very principle in action. By pinching the hose, you narrow the path of the fluid flow, which speeds up the molecules. Remove the pressure and the water flow returns to its previous state. | Крыло самолета имеет определенные форму и угол наклона специально для того, чтобы поток воздуха над ним двигается с большей скоростью, нежели поток воздуха под ним. Когда воздушный поток проходит сквозь тело и сталкивается на своем пути с препятствием (таким как выпуклость или неожиданное увеличение угла крыла), он сужается и ускоряется, так как все молекулы начинают двигаться стремительнее. Миновав препятствие, поток вновь расширяется и замедляется. Если вы однажды сжимали шланг с водой в руке, то вы наблюдали данный принцип в действии. Сжимая шланг, вы также сужали поток воды, что ускоряло движение молекул. Затем вы разжимали руку, чем снимали давление, и поток воды возвращался в прежнее состояние. |
| As air speeds up, its pressure drops. So the faster-moving air moving over the wing exerts less pressure on it than the slower air moving underneath the wing. The result is an upward push of lift. In the field of fluid dynamics, this is known as Bernoulli's principle. | Поскольку воздушный поток ускоряется, давление понижается. Таким образом,  воздух, проходящий над крылом самолёта, движется быстрее и оказывает на него меньшее давление, чем медленный поток воздуха под крылом. Как результат, возникает подъёмная сила. В гидроаэродинамике это именуется принципом Бернулли. |
| **Aerial Navigation: Wings, Slats and Flaps** | **Воздушная навигация: крылья, предкрылки и закрылки** |
| Having covered the basic physics of flight and the ways in which an airplane uses them to fly, the next obvious step is to consider navigation. How does an airplane turn in the air? How does it rise to a higher altitude or dive back toward the ground? | Вот мы и разобрались с основными принципами полёта и аэродинамическими силами. Теперь пора поговорить о навигации. Как самолёт поворачивает в воздухе? Как он поднимается на большую высоту, а затем вновь опускается на землю? |
| First, let's consider the angle of attack, the angle that a wing (or airfoil) presents to oncoming air. The greater the angle of attack, the greater the lift. The smaller the angle, the less lift. Interestingly enough, it’s actually easier for an airplane to climb than it is to travel at a fixed altitude. A typical wing has to present a negative angle of attack (slanted forward) in order to achieve zero lift. This wing positioning also generates more drag, which requires greater thrust. | Для начала рассмотрим угол атаки самолёта, угол, при котором крыло (или аэродинамическая поверхность) в процессе полёта сталкивается с набегающим потоком воздуха. Чем больше угол атаки, тем больше подъёмная сила. И наоборот: с уменьшением угла атаки, снижается и подъёмная сила. Занимательно, но самолёту легче взобраться в воздух, нежели путешествовать на одной и той же высоте. Как правило, крыло самолёта должно иметь отрицательный угол атаки (т.е должно быть наклонено вперед) для достижения нулевой подъёмной силы. Такое крыло также создает больше сопротивления, что требует большей тяги. |
| In general, the wings on most planes are designed to provide an appropriate amount of lift (along with minimal drag) while the plane is operating in its cruising mode. However, when these airplanes are taking off or landing, their speeds can be reduced to less than 200 miles per hour (322 kilometers per hour). This dramatic change in the wing's working conditions means that a different airfoil shape would probably better serve the aircraft. Airfoil shapes vary depending on the aircraft, but pilots further alter the shape of the airfoil in real time via flaps and slats. | Вообще, крылья большинства самолётов сконструированы так, чтобы обеспечить соответствующий уровень подъёма (наряду с минимальным сопротивлением), когда самолёт работает в своём крейсерском режиме. Однако, когда такие самолёты взлетают или садятся, их скорость может быть уменьшена до менее 200 миль в час (322 километра в час). Такое резкое изменение в работе крыла самолёта свидетельствует о том, что он функционировал бы лучше с иной аэродинамической поверхностью. Формы крыла варьируются в зависимости от типа самолёта, но сами пилоты также могут видоизменять поверхность крыла при помощи предкрылков и закрылков. |
| During takeoff and landing, the flaps (on the back of the wing) extend downward from the trailing edge of the wings. This effectively alters the shape of the wing, allowing it to divert more air, and thus create more lift. The alteration also increases drag, which helps a landing airplane slow down. | Во время взлёта и посадки, закрылки (находятся на задней части крыла) выдвигаются вниз. Так видоизменяется крыло. Такая форма позволяет увеличить подъёмную силу и сопротивление, что помогает самолёту замедлиться перед приземлением. |
| Slats perform the same function as flaps (that is, they temporarily alter the shape of the wing to increase lift), but they're attached to the front of the wing instead of the rear. Pilots also deploy them on takeoff and landing. | Предкрылки выполняют ту же функцию, что и закрылки самолёта (т.е на время видоизменяют форму крыла, что способствует увеличению подъёмной силы). Но в отличие от закрылков, они находятся на передней части крыла. |
| **Aerial Navigation: Stabilizers, Ailerons, Rudders and Elevators** | **Воздушная навигация: стабилизаторы, элероны, руль направления и руль высоты** |
| The tail of the airplane has two types of small wings, called the horizontal and vertical stabilizers. A pilot uses these surfaces to control the direction of the plane. Both types of stabilizer are symmetrical airfoils, and both have large flaps to alter airflow. | В хвостовое оперение самолёта входят два небольших крыла, именуемых горизонтальные и вертикальные стабилизаторы. Пилот пользуется ими, чтобы контролировать направление самолёта. Оба типа стабилизатора представляют собой симметричные аэродинамические профили, и оба имеют большие щитки для изменения воздушного потока. |
| On the horizontal tail wing, these flaps are called elevators as they enable the plane to go up and down through the air. The flaps change the horizontal stabilizer’s angle of attack, and the resulting lift either raises the rear of the aircraft (pointing the nose down) or lowers it (pointing the nose skyward). | На горизонтальных стабилизаторах находится руль высоты. С его помощью самолёт может подниматься и опускаться, находясь в воздухе. Щитки на стабилизаторах отвечают за изменение угла атаки, и достигнутая подъёмная сила либо поднимает заднюю часть самолёта (из-за чего опускается нос машины), либо опускает её (нос поднимается). |
| Meanwhile, the vertical tail wing features a flap known as a rudder. This key part enables the plane to turn left or right. | Вертикальный стабилизатор именуется по-другому рулём направления. Его задача – поворачивать самолёт вправо и влево. |
| Finally, we come to the ailerons, horizontal flaps located near the end of an airplane’s wings. These flaps allow one wing to generate more lift than the other, resulting in a rolling motion that allows the plane to bank left or right. Ailerons usually work in opposition. As the right aileron deflects upward, the left deflects downward, and vice versa. Some larger aircraft, such as airliners, also achieve this maneuver via deployable plates called spoilers that raise up from the top center of the wing. | А теперь рассмотрим элероны самолёта. Элероны – это горизонтальные щитки, расположенные ближе к концу крыла самолёта. Эти щитки позволяют одному крылу создавать больше подъёмной силы, чем другому. Как результат, самолёт может крениться влево или вправо. Элероны обычно функционируют в противовес друг другу. Когда элерон на правом крыле выдвигается вверх, элерон на левом крыле выдвигается вниз, и наоборот. Некоторые крупные модели самолётов, такие как авиалайнеры, выполняют данный манёвр при помощи выдвижных спойлеров, которые открываются в центре крыла. |
| By manipulating these varied wing flaps, a pilot maneuvers the aircraft through the sky. | Пилот умело обращается со всеми этими щитками, и самолёт благополучно перемещается по воздуху. |
| **Flight Instruments** | **Навигационные приборы** |
| To the untrained eye, a panel of flight instruments may seem like a smorgasbord of dials. But all these crucial gauges provide a pilot with critical data during the flight. The six most basic flight instruments, as found in a simple prop-driven plane, are as follows: | Для обывателей панель управления в кабине пилота покажется шведским столом диковинных циферблатов. Но все эти измерительные приборы очень важны, так как именно они предоставляют пилоту критические данные во время полета. Шесть основных лётных приборов, которые можно найти даже в самом обычной винтовом самолёте, называются: |
| 1. **Airspeed indicator**: Essentially, this gauge tells the pilot how fast the aircraft is traveling in relation to the ground. | 1. **Индикатор воздушной скорости.** По сути, этот прибор говорит пилоту о том, с какой скоростью путешествует самолёт по отношению к земле. |
| 1. **Altimeter**: As the name implies an altimeter measures altitude. The indicator in this case is a barometer, which measures air pressure. | 2. **Высотомер.** По названию можно понять, что прибор определяет высоту полёта летательного аппарата. Показателем в этом случае является барометр, который измеряет давление воздуха. |
| 1. **Attitude indicator**: It illustrates the aircraft's orientation. By use of a gyroscope, the indicator provides spatial clarity even in disorienting flight conditions. | 3. **Индикатор пространственного положения.** Следит за ориентацией воздушного судна в воздухе. При использовании гироскопа индикатор обеспечивает пространственную четкость даже в условиях дезориентации полета. |
| 1. **Heading indicator**: The heading indicator simply tells the pilot in which direction the plane is heading. The device depends on both a gyroscope and a magnetic compass, however, as both are susceptible to different errors during flight. | 4. **Указатель курса.** Указывает пилоту, в каком направлении летит самолёт. Этот лётный прибор зависит как от гироскопа, так и от магнитного компаса, поскольку оба часто выдают ошибочные данные во время полёта. |
| 1. **Turn coordinator**: A typical turn coordinator indicates the plane’s yaw or roll rate while also indicating the rate of coordination between the plane’s bank angle and the rate of yaw. | 5. **Указатель поворота.** Индикатор поворота определяет угол поворота самолёта относительно вертикальной оси, индикатор скольжения определяет угол крена самолёта и скольжения относительно продольной оси. |
| 1. **Variometer**: Also known as a vertical speed indicator, this device indicates the rate of a plane's rate of climb or descent. Working along similar lines as the altimeter, the variometer depends on atmospheric pressure readings to determine how swiftly altitude changes are occurring. | 6. **Вариометр.** Также известный какиндикатор вертикальной скорости. Указывает на скорость подъёма и понижения самолёта. Работая по тому же принципу, как высотометр, вариометр зависит от показаний атмосферного давления. |

1. В Российской Федерации *метрическая тонна* и *тонна* ― это одинаковые понятия, однако в системе единиц Великобритании это две разные величины, хоть и различия между ними не такие существенные. Английская (длинная) тонна равна 1016 кг, в то время как метрическая тонна равняется 1000 кг. [↑](#footnote-ref-1)