

ВСЕ О ВОСХОДЯЩИХ ПОТОКАХ

Chris Bryant, chris@palanquin.plus.com

Восходящие потоки являются бесплатной и возобновляемой энергией, которую мы, моделисты, используем, чтобы сделать наши полеты более продолжительными. Но что они из себя представляют? Бывший планерист и моделист с многолетним опытом Крис Браянт делится своим тридцатилетним опытом парения в восходящих потоках.

Ниженаписанное основано на моем опыте пилота-планериста и моделиста, живущего в Великобритании. Если вы хотите летать хорошо, вы должны представлять, что происходит в окружающем воздухе, чтобы успешно использовать предоставляемые им возможности. Я подумал, что правильно будет осветить эту тему в целом, но и моделисты найдут в ней много полезного.

АТМОСФЕРА

Начнем с концепции. Ветер: представляйте его себе, как всепроникающий слой газа, движущегося по поверхности планеты из области повышенного в область пониженного давления. На своем пути он взаимодействует с поверхностью и структура его самой нижней части, тропосферы (перемешиваемый слой), будет определяться подстилающей поверхностью (суша или вода) и нагревом. Если воздух, движущийся над одной поверхностью (например, над теплой поверхностью моря) нагревается сильнее, чем воздух, обтекающий другую поверхность (ледниковый шельф), то при их столкновении более холодный, более тяжелый газ будет пытаться проникнуть под более теплый, более легкий. Таков механизм образования атмосферных фронтов, определяющих погоду. Это если смотреть на картину глобально.

На летном поле может происходить аналогичное явление, но в меньшем масштабе и с наложением на общую картину дополнительных деталей, определяемых местной спецификой. Если разница температур между теплой и холодной порциями воздуха достаточна велика, холодный воздух выталкивает теплый вверх и мы наблюдаем образование термика. Непременным фактором протекания этого процесса является *сила тяжести*. Другая составляющая – это, разумеется, *солнечный свет*. Движущей силой процесса является *разная степень* нагрева. Участки поверхности, имеющие разный цвет и текстуру, будут нагреваться солнцем по-разному. В свою очередь, воздух, обтекая эти участки, получает разное количество энергии, плотность его меняется шансы образования термика повышаются. Но это не означает, что поток обязательно возникнет. Для этого должны быть соответствующие условия. Сама воздушная масса должна обладать скрытой энергией – энтропией. Если ее нет, то ничего не произойдет. Чаще всего такое случается зимой.

Параметрами, определяющими энтропию, являются температура, давление и *влажность*. Если эти величины находятся в правильном сочетании мы можем наблюдать наличие восходящего потока, который, поднявшись достаточно высоко, превращается в облако.

В прошлом я был свидетелем эксперимента по определению характера движения воздуха в тропосфере. Экспериментальная установка состояла из усилителя и подключенного к нему большого громкоговорителя, лежащего горизонтально, который периодически посылал в небо акустический сигнал. Вокруг располагались микрофоны, которые улавливали отраженный атмосферой сигнал и магнифон, который записывал этот сигнал. Громкоговоритель издавал резкий звуковой сигнал каждые пятнадцать минут. Запись велась круглосуточно в течение нескольких дней; мы практически не спали! В результате обработки записанного на пленку сигнала мы получили размер и приблизительную форму каждой отдельной порции воздуха, проходившей над громкоговорителем на расстоянии до нескольких сот футов. Это был своего рода воздушный сонар. Результаты оказались удивительными: запись показала наличие

дискретных объемов воздуха, размеры которых колебались от нескольких дюймов до многих футов, причем распределение этих объемов было случайным. Тропосфера над Лашемом в Гэмпшире оправдывала свое название. Она была перемешанной и достаточно хаотичной.

КАК ОБРАЗУЕТСЯ ВОСХОДЯЩИЙ ПОТОК

Теперь представим свой среднестатистический полетный день. Встает солнце и начинает нагревать окружающий ландшафт. Условия для каждого конкретного дня будут уникальными и либо будут способствовать образованию термиков, либо нет.

Предположим, что наш день – красавец. Лето, вы встали на рассвете, погода безветренная, туман стелется над землей. Наличие тумана говорит нам, что непосредственно над землей находится слой инверсии.

Инверсия наблюдается, когда температура воздуха с высотой остается постоянной или повышается, вместо того, чтобы падать. Это явление может нивелировать разницу в температуре между воздухом в термике и окружающим воздухом, что может остановить движение в вертикальном направлении. Однако, по мере того как день наступает, поднимается ветерок и солнце разгоняет туман. Солнце поднимается по небосводу и начинает гораздо сильнее нагревать окружающий ландшафт.

В определенный момент сложатся условия, когда небольшие области теплого воздуха, образующиеся около поверхности, начнут объединяться в пузырь достаточно большой и теплый, чтобы подняться и пробить слой инверсии (который уже поднялся на высоту около сотни или более), пузырь оторвется от земли и будет выталкиваться вверх более холодным воздухом, притекающим под него.

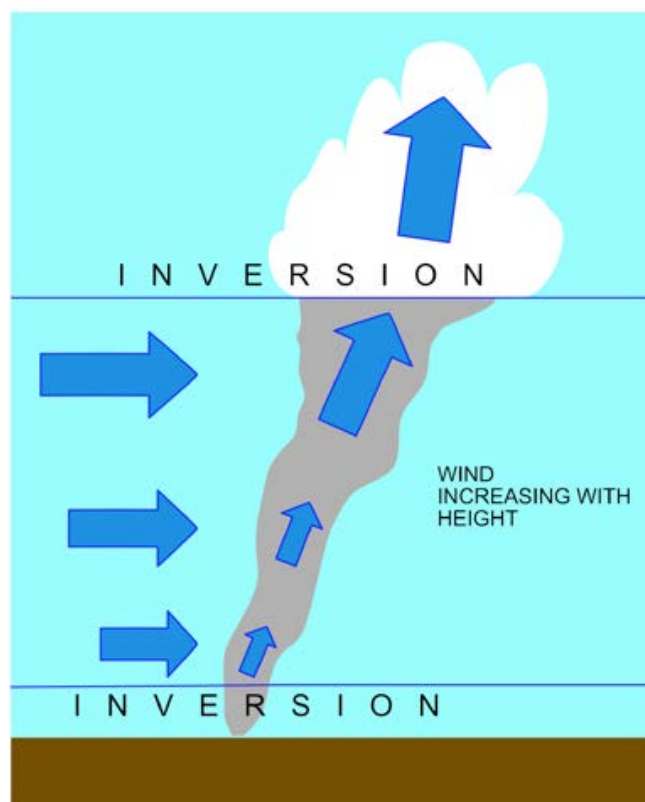


Рисунок 1

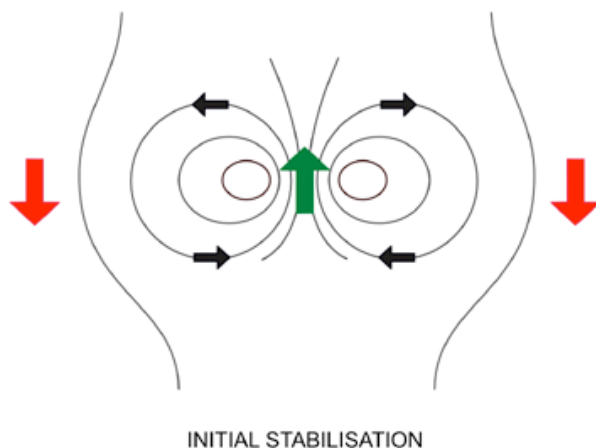


Рисунок 2

[Рисунки 1 и 2] Внизу, на первых нескольких сотнях футов своего пути, пузырь будет слабым, размытым и небольшим в диаметре. По мере подъема, он будет стремиться принять форму вращающегося тора, напоминающего кольцевые облака, окружающие столб ядерного взрыва.

При подъеме он вытягивается в вертикальном направлении и за ним из того же места могут следовать другие пузыри теплого воздуха, которые могут начать сливаться и формировать столб. Представьте себе пузырь, как вытянутый в высоту пончик, нижние слои которого постоянно смещаются к центру и вверх, а верхние – наружу и вниз. На небольшой высоте тор еще довольно мал.

Радиус виража полноразмерного планера может составлять 300 футов, что превышает размеры тора. Пилот может обнаружить лишь слабый подъем, пересекая кромку тора, и то фрагментами – достаточно заметный на одном участке виража и отсутствующий на другом. Летчику надо делать виражи маленького радиуса, хорошо центрированные относительно тора, чтобы все время находиться в восходящем потоке. Модель же делает вираж значительно меньшего радиуса, поэтому моделист находится в более выигрышном положении, попадая в такую ситуацию.

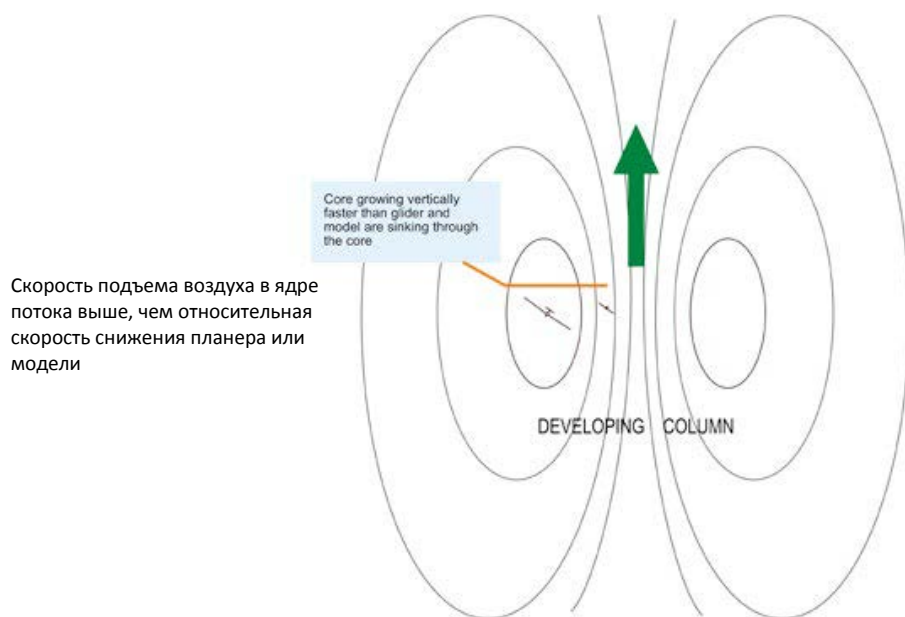


Рисунок 3

[Рисунок 3] По мере подъема термик из тора превращается в колонну, становится сильнее и больше по размерам. Это происходит до тех пор, пока он не достигнет высоты конденсации – нижней кромки облаков, – на которой водяной пар, содержащийся в термике, конденсируется в виде облака. Очень часто на этой высоте присутствует другой слой инверсии и облако растет над ним, термик растекается подобно верхушке струи фонтана и перестает подниматься вверх.

Может так случиться, что на пути термика к кромке облаков окажутся дополнительные более слабые слои инверсии, которые могут отклонить или даже развернуть термик. Какой-то из этих слоев может оказаться настолько сильным, что не позволит термику достигнуть высоты конденсации, в этом случае мы будем наблюдать голубое безоблачное небо. Восходящие потоки будут, а облаков – нет.

Как правило, термик в такие безоблачные дни более узкий, менее выраженный и, конечно, его труднее обнаружить, т.к. в атмосфере отсутствуют признаки, по которым его можно локализовать (если только на вас не одеты очки с оранжевыми стеклами, которые могут сделать поднимающиеся потоки видимыми, правда, еле-еле).

Так как воздух в ядре тора поднимается вверх, то в пространство под термиком, которое этот воздух ранее занимал, начинает устремляться более холодный и более плотный воздух. Это приводит к тому, что восходящие потоки часто окружены областью опускающегося воздуха.

Стоит отметить, что неизбежно будет происходить перемешивание термиков с окружающим их более холодным воздухом. Тем не менее термики в некоторой степени являются самовоспроизводящимися структурами, поскольку скорость охлаждения немного более влажного воздуха внутри них примерно вдвое меньше, чем окружающего более сухого воздуха. Тем самым температурная разница внутри и снаружи термика сохраняется или даже увеличивается по мере его подъема.

Несмотря на смешение с окружающим воздухом, восходящий поток, достигший высоты формирования облаков, может обладать энергией, достаточной для прохождения слоя конденсации и формирования растущего облака. Если это произойдет, то скрытая теплота конденсации, выделяемая при образовании облака, может способствовать подъему термика до стратосферных высот с образованием кучево-дождевых облаков, способных вызвать сильнейшие грозовые ливни.

Восходящие потоки под грозовыми облаками, в которых мне довелось летать, могут достигать мили в ширину и быть очень слабым. Если продолжить подъем дальше, то в облаке скорость подъема может увеличиться в два и более раза. Если же подняться выше уровня замерзания, то окружающий ад разразится градом, обледенением и сильнейшей турбулентностью, с которыми вам придется сражаться летя вслепую! Помните, что даже в жаркий день, если подняться достаточно высоко, может быть очень холодно!

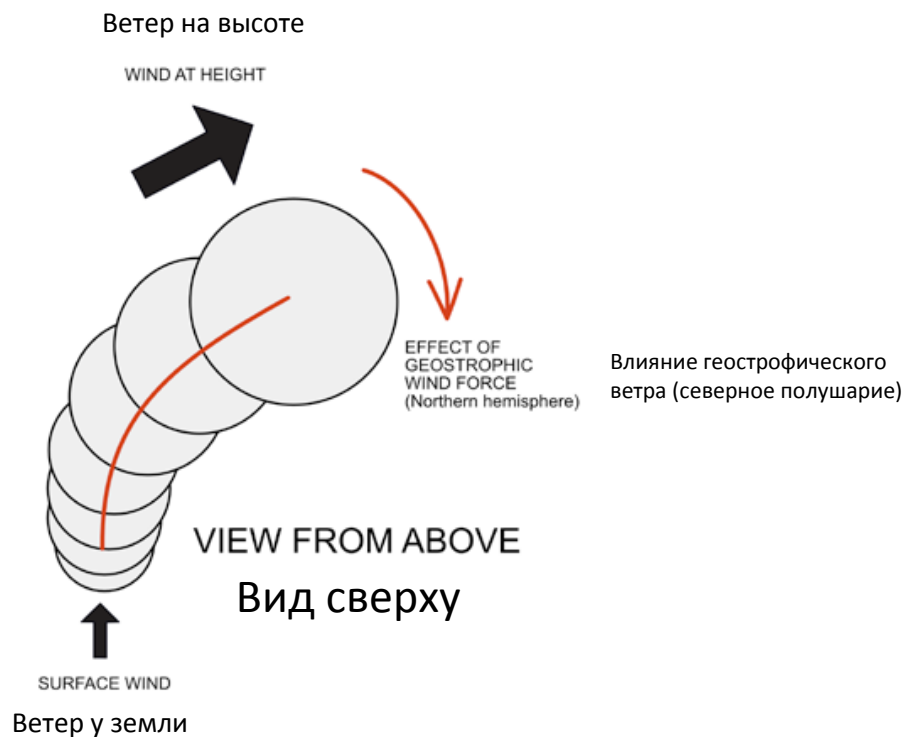


Рисунок 4

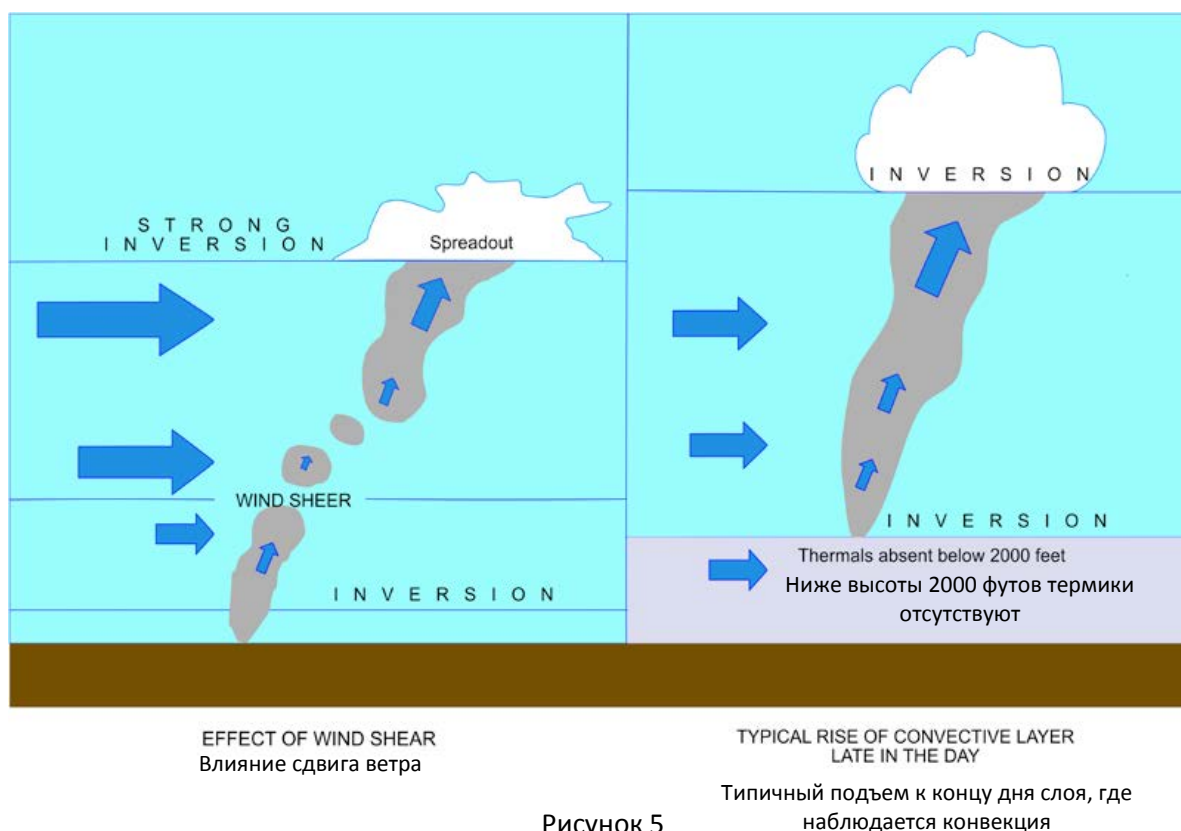


Рисунок 5

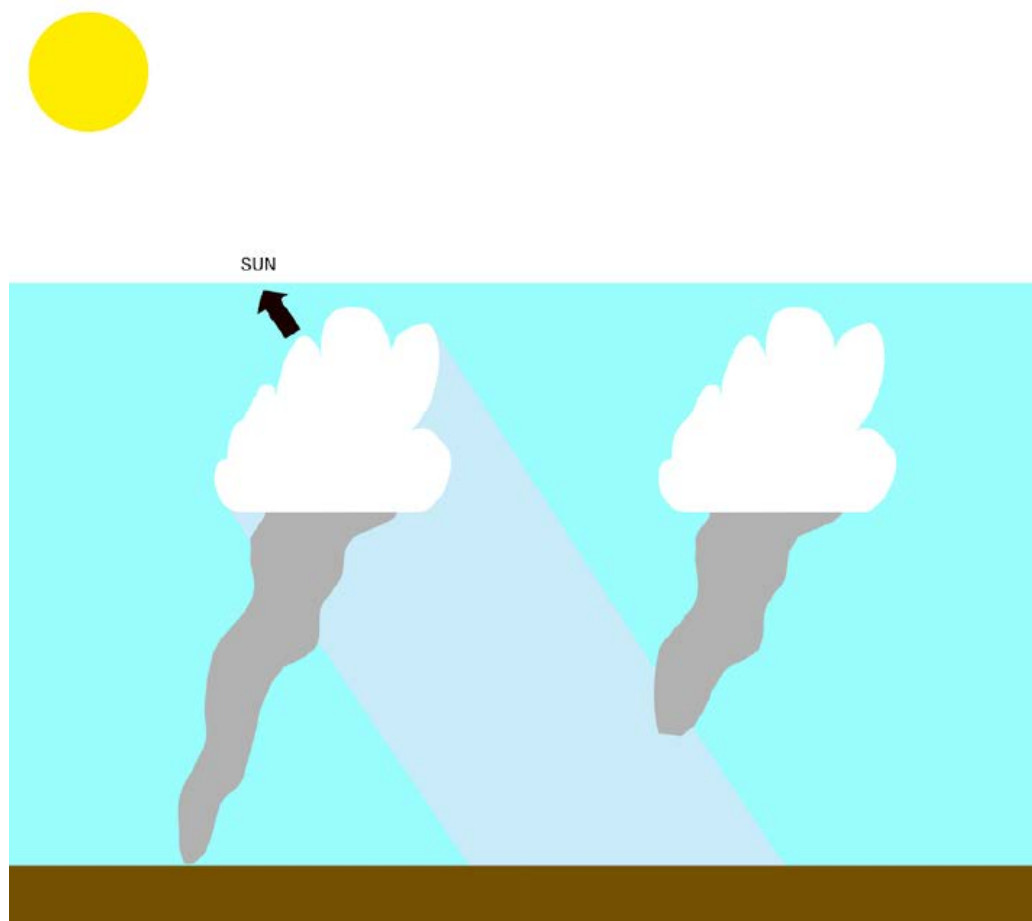
[Рисунок 4] Но это не полная картина. Еще два фактора влияют на образование восходящего потока: направление и скорость ветра, обычно изменяющиеся с высотой. Наш тор (возможно, представление его в виде банана в действительности будет более уместным), поднимаясь вверх, проходит через воздушную массу, которая в то же самое время движется вдоль земной поверхности. [Рисунок 5] Это приводит к тому, что восходящие потоки могут искривляться, сообразно силе и направлению ветра на различных высотах. В самом деле, если наблюдается резкое по силе и направлению изменение ветра (известное, как сдвиг ветра), тор может сместиться в горизонтальном направлении, может даже разорваться и начать формироваться

заново в стороне от первоначального столба. Отсюда рекомендация – если восходящий поток неожиданно пропал, сделайте более широкий вираж и поищите его с наветренной стороны. Это выглядит, как если бы тор перевернулся и вы выпали из нижней части последнего пузыря. Наконец, поднимаясь, термики закручиваются вокруг своей оси. В северном полушарии они закручиваются по часовой стрелке, в южном – против. Это происходит под действием силы геострофического ветра, которая определяет движение атмосферы планет, обладающих газовой оболочкой. Применительно к полетам моделей, этим явлением можно пренебречь. Если вам все-таки интересно увидеть это явление, наполните раковину водой, выньте пробку из сливного отверстия и посмотрите на характер движения воды. Она начинает закручиваться – точно также, как это происходило бы и на Юпитере.

ЧТО ОСТАНАВЛИВАЕТ ВОСХОДЯЩИЕ ПОТОКИ?

Инверсия.

Влажность. Небольшая влажность способствует образованию энтропии, но чрезмерное ее количество является фатальным. Держитесь подальше от влажных зон на вашем летном поле.



CLOUD SHADOW CUTTING OFF THERMAL SOURCE
Тень облака отрезает термик от его источника

Рисунок 6

Облака [Рисунок 6] В равной степени отсутствие солнечного освещения, очевидно, испортит ваш день. Одним из эффективных убийц термиков является тень от облаков, падающая на то место на поверхности земли, где находится источник вашего темика, подавляя его. Это может сделать тень от любого облака, и не только от того, под которым, как вы думаете, вы парите.

По той же причине растекание поднимающегося воздуха на высоте появления облачности может подавить образование восходящих потоков на час или даже до конца дня, если инверсия у

основания облачного слоя достаточно сильная, а поднимающийся воздух содержит необходимое количество влаги.

В этом случае мы наблюдаем явление растекания и вскоре все вокруг оказывается в тени. Каждый раз, когда в облачном слое наверху появляется просвет, он затягивается облаком, образующимся из поднимающего термика.

С другой стороны, это явление может наблюдаться только один раз в день, когда солнце находится на такой высоте, что падающая на землю тень точно попадает на источник термика. В другие моменты, когда солнце и облака находятся выше или ниже, такого произойти не может. Это означает, что время дня имеет значение.

Сильный ветер «убивает» термики. Он может дробить их на кусочки, особенно если градиент скорости ветра у земли велик. Несколько миль в час на уровне земли могут превратиться в 20 или 30 миль в час на высоте 100 футов. Такая большая разница может оказаться достаточной, чтобы опрокинуть и разрушить восходящий поток.

Совет: иногда полезно увеличить длину участка виража, направленного против ветра, чтобы удерживаться рядом с источником термика на земле, особенно, когда полет происходит на небольшой высоте. Старайтесь смещать центр виража в относительном движении навстречу ветру таким образом, чтобы относительно земли он оставался более-менее на месте.

Солнечное освещение Следующий фактор – солнечный свет. Сила восходящих потоков, помимо прочего, прямо зависит от количества тепла, поступающего от солнца, каковое в свою очередь определяется высотой светила над горизонтом. Вы летаете в часовом поясе, где действует время по Гринвичу или по каким-то причинам ваше местное время отличается на час-два? Пик солнечного тепла приходится на полдень по Гринвичу. Учитывайте это.

(Прим. переводчика: Поскольку автор упоминал, что он живет в Великобритании, то пассаж выше, очевидно, относится именно к этой местности. Для остальных местностей, надо иметь в виду местный солнечный полдень.)

И наконец, изменение в составе приходящей воздушной массы может уничтожить все восходящие потоки. Если ветер несет массы влажного морского воздуха – забудьте о термиках. Изучайте прогноз погоды. Откуда приходит воздушная масса?

ГДЕ ИСКАТЬ ВОСХОДЯЩИЙ ПОТОК

(Альбедо) *Контраст* ландшафта является генератором восходящих потоков. Астрономы называют это словом альбедо – способностью поверхности предметов отражать солнечный свет. Здания темного цвета рядом с травяным полем могут являться источниками термиков. Дороги и ВПП также очень эффективны в этом отношении. Живые изгороди и группы деревьев могут аккумулировать теплый воздух и не быть источником восходящих потоков днем, но в вечернее время они начинают отдавать накопленное тепло, в то время как остальные источники перестают действовать.

Огонь – очевидный фаворит. Некоторое время назад фермеры в Великобритании обычно жгли стерню, оставшуюся после уборки пшеницы и я выполнял полеты на дальние дистанции используя исключительно узкие и сильные восходящие потоки, образуемые горячей стерней. В остальных местах воздух был абсолютно мертвый. Был необходим огонь, чтобы воздух приобрел необходимую для подъема температуру. Это были очень захватывающие полеты, доложу я вам, в окружении летающих вокруг горящих соломинок, некоторые из которых проникали в кабину через вентиляцию!

Холмы на участках, где склоны обращены к солнцу, являются хорошими источниками возникновения термиков. Увеличение скорости ветра, вызванное холмом, может привести к отрыву теплого воздуха от поверхности, даже с подветренной стороны гребня, особенно если она

прогрета солнцем. Воздух может подсасываться с тыльной поверхности и отрываться на вершине сдвигом ветра. Даже небольшие островки растительности, изгородь или заросли могут служить преградой ветру и ловушкой солнечного тепла, которая время от времени генерит пузыри теплого воздуха.

Очень маловероятно, что вы встретите восходящий поток прямо по курсу вашего полета. Больше шансов, если одна из консолей вашей модели станет подниматься и обычное правило в такой ситуации – повернуть в направлении поднимающегося крыла. С другой стороны, если вы попадете в нисходящий поток без какого-либо крена, летите прямо. Если при дальнейшем движении слив становится сильнее, это часто хороший знак приближения к очередному источнику восходящего потока. Если это не так, начинайте летать галсами!

Наблюдайте за облаками над тем местом, где вы летаете. Попробуйте понять, какое из них располагается на вершине того потока, в котором вы находитесь. Если это облако имеет плоское основание, выглядит плотным, четким и растущим, значит оно на всех парах движется к кромке образования облачности и даже выше. Если основание облака неровное, форма напоминает растрепанные волосы – вероятнее всего оно «мертвое» и находится на гряде опускающегося воздуха.

Присматривайтесь к траве, окружающей растительности, обращая внимание на признаки движения. Если трава наклоняется в направлении, противоположном ветру, это знак, что что-то происходит. Либо это отток воздуха вслед слабеющему термику, либо притекание к новому, только образующемуся. Сколько времени прошло с момента прохождения последнего термика? Вот ключевой вопрос, ответ на который поможет разобраться в ситуации.

Погоня за чудесами природы – захватывающий спорт. Вы все время узнаете что-нибудь новое.

Помните о воздухе!