ГЛАВА 11

Теория погоды

Погода — это важный фактор, непосредственно влияющий на лётно-технические характеристики ЛА и безопасность полётов. Под погодой понимают состояние атмосферы для заданных времени и места, выраженное в таких параметрах, как температура (тёплая или холодная погода), влажность (влажная или сухая погода), скорость ветра (тихая или ветреная погода), видимость (ясная или облачная погода) и барометрическое давление (высокое или низкое давление). Понятие «погода» также применимо к неблагоприятным или угрожающим атмосферным условиям — например, сильному ветру.

В настоящей главе изложены основные принципы теории погоды, которые необходимо знать пилотам, и объясняется, как погодные условия влияют на эксплуатационные параметры ЛА. Понимание главных положений теории погоды помогает пилоту принимать разумные решения на основе сообщений и прогнозов метеоролога станции службы обеспечения полётов (ССОП) и других авиационных метеорологических служб.

Решения, основанные на данных погоды, могут оказать существенное влияние на безопасность как местных, так и маршрутных полётов.

Рис. 11-1. Состав атмосферы.

Атмосфера

Атмосфера представляет собой окружающую Землю воздушную оболочку, которая состоит из смеси газов и имеет толщину почти 560 км. Газы, составляющие атмосферу, находятся в постоянном движении. Если бы атмосфера была видна невооружённым глазом, она выглядела бы как океан с течениями и водоворотами, поднимающимися и опадающими волнами и потоками, которые перемещают воздушные массы на значительные расстояния.

Жизнь на Земле существует благодаря атмосфере, солнечной энергии и магнитному полю планеты. Атмосфера поглощает поступающую от Солнца энергию, перерабатывает воду и различные химические вещества и, благодаря действию электромагнитного поля Земли, обеспечивает умеренные климатические условия. Атмосфера также защищает жизнь на Земле от жёсткого излучения и космического вакуума.

Состав атмосферы

В любом заданном объёме воздуха содержится 78% азота и 21% кислорода. Оставшийся 1% составляют аргон, углекислый газ и (в незначительном количестве) другие газы. Воздух также содержит пары воды в количестве от нуля до примерно 5% общего объёма. Это (сравнительно небольшое) количество водяных паров ответственно за наиболее существенные изменения погодных условий *(рис. 11-1)*.

Газовая оболочка, окружающая Землю, меняется по мере удаления от поверхности планеты. Различия в тепловых характеристиках (температурные изменения), химическом составе, движении и плотности газа позволяют выделить четыре обособленных атмосферных слоя *(рис. 11-2)*.

Первый слой, называемый тропосферой, располагается от уровня моря до высоты 8 км в областях Северного и Южного полюсов и 14,5 км — на экваторе. Основные погодные явления — изменения температуры, возникновение облаков, грозы и ураганы — происходят именно внутри этого, нижнего слоя атмосферы. Температура в тропосфере падает примерно на 0,6 °С, а давление — примерно на 12,5 гПа каждые 100 м увеличения высоты.

В верхней части тропосферы находится переходный слой, называемый тропопаузой, благодаря которому в тропосфере удерживается содержащаяся в ней влага. Высота тропопаузы меняется в зависимости от

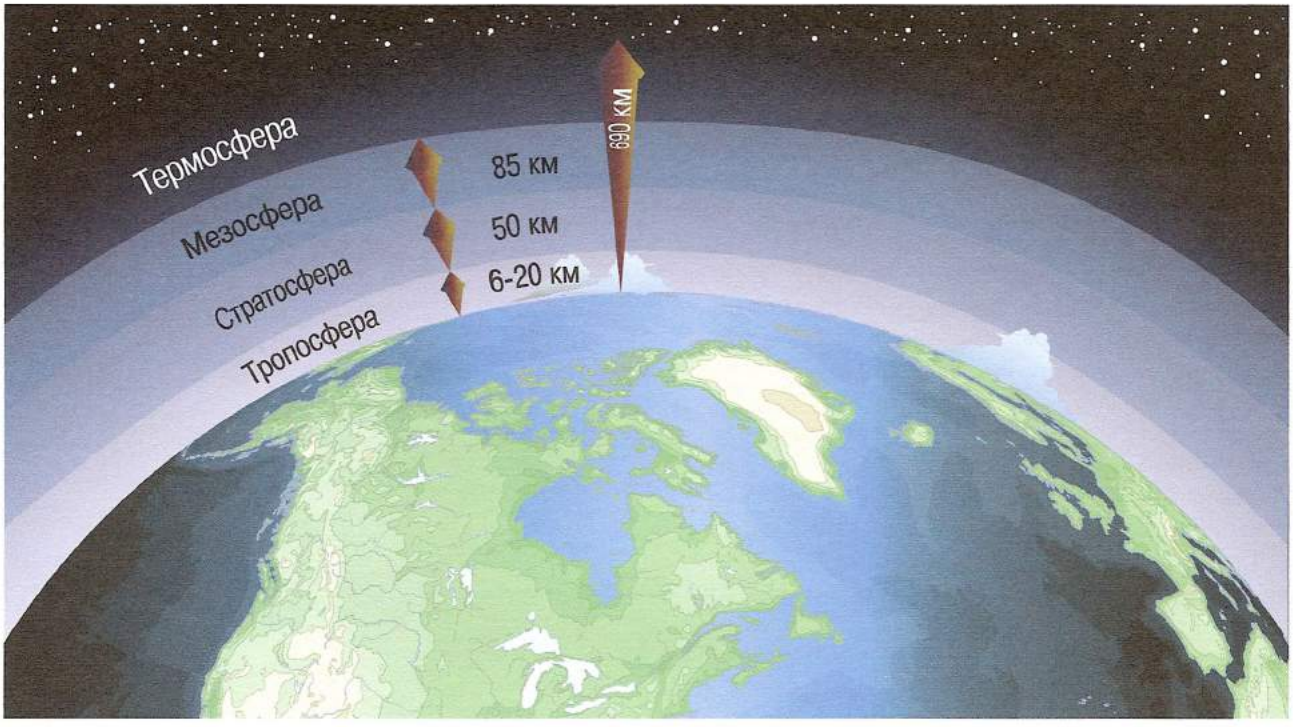


Рис. 11-2. Слои атмосферы.

географической широты местности и времени года, поскольку её сечение имеет форму эллипса, а не окружности. Высота тропопаузы имеет важное значение: с ней связано возникновение реактивных потоков и турбулентностей при ясном небе.

Выше тропопаузы располагаются ещё три атмосферных слоя. Первый из них, называемый стратосферой, простирается от тропопаузы до высоты примерно 50 км. В этом слое погода остаётся почти неизменной, а воздух сохраняется в стабильном состоянии, хотя некоторые виды облаков иногда достигают стратосферы. Выше стратосферы лежат мезосфера и термосфера, которые практически не оказывают влияния на погоду.

Циркуляция атмосферы

Как было сказано выше, атмосфера находится в постоянном движении. Оно вызвано сочетанием нескольких факторов, самый главный из которых — неравномерный нагрев поверхности Земли. Это явление нарушает равновесие в атмосфере, приводя к перемещению масс воздуха и изменению атмосферного давления. Движение воздуха над поверхностью Земли называется циркуляцией атмосферы.

Нагрев поверхности Земли обусловлен несколькими процессами, но в простейшей конвекционной модели, которая будет рассматриваться далее, Земля нагревается благодаря воздействию солнечного излучения. Этот процесс вызывает круговое движение воздушных масс — нагреваясь, воздух поднимается вверх, и его место занимает более холодный воздух.

Тёплый воздух поднимается вверх потому, что при нагреве молекулы воздуха начинают двигаться быстрее. При этом объём воздуха увеличивается, он становится менее плотным и более лёгким, чем окружающая атмосфера. По мере остывания воздуха движение молекул становится менее интенсивным, из-за чего плотность и вес воздуха возрастает. В результате холодный, более тяжёлый воздух устремляется вниз, вытесняя тёплый, который занимает его место.

Поскольку шарообразная Земля при движении вокруг Солнца вращается вокруг наклонной оси, экваториальные области планеты получают больше солнечного тепла, чем полярные регионы. Количество солнечной энергии, нагревающей поверхность Земли, зависит от времени года и географической широты местности. Эти факторы влияют на продолжительность воздействия солнечного излучения и угол, под которым лучи падают на земную поверхность.

Наибольшее количество солнечного тепла приходится на экваториальные области. В результате воздух здесь менее плотный и стремится подняться вверх. Приближаясь к полярным регионам, воздух охлаждается, его плотность растёт, и он снова опускается к поверхности Земли *(рис. 11-3)*.

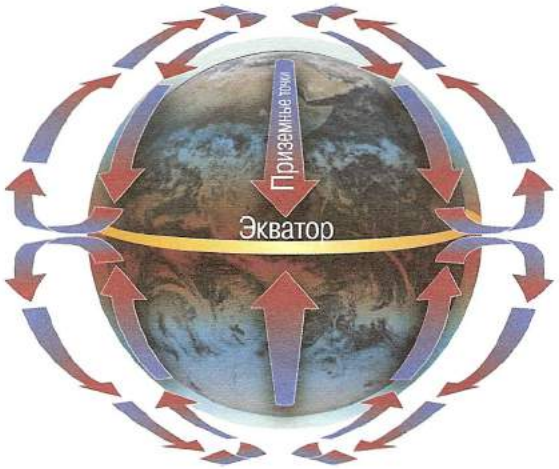


Рис. 11-3. Процесс циркуляции воздуха в статической атмосфере.

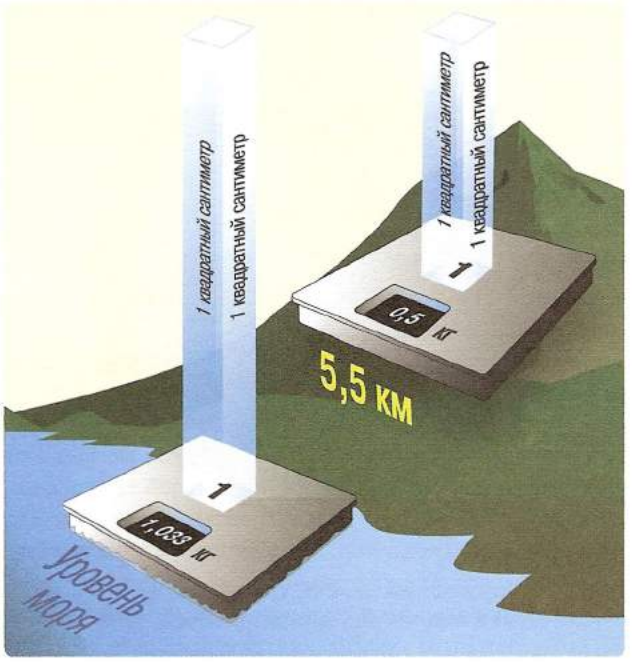


Рис. 11-4. Вес атмосферы.

Атмосферное давление

Неравномерный нагрев поверхности Земли не только изменяет плотность воздуха, вызывая циркуляцию; он также приводит к изменениям в давлении воздуха — силе, с которой молекулы воздуха воздействуют на находящиеся в атмосфере тела. Хотя молекулы воздуха невидимы, они обладают весом и занимают место в пространстве.

Представьте себе изолированный столб воздуха, площадь основания которого 1 см^2, а высота равна толщине атмосферы (560 км). Для того, чтобы поднять этот столб, необходимо приложить силу в 1,033 кг. Эта величина отражает удельный вес воздуха. Если уменьшить высоту столба, давление, оказываемое на его основание, а равно и вес столба, снизятся.

На высоте 5,5 км вес столба воздуха будет равен приблизительно 0,52 кг, примерно вдвое меньше, чем на уровне моря. Например, если бытовые весы (калиброванные для уровня моря) поднять на высоту 5,5 км, давящий на их поверхность столб воздуха, который на уровне моря весил чуть больше 1 кг, станет короче на 5,5 км и будет весить примерно 0,5 кг, что в два раза меньше *(рис. 11-4)*.

Фактическое давление для определённых местности и времени меняется в зависимости от высоты над уровнем моря, температуры и плотности воздуха. Эти условия также влияют на лётно-технические характеристики ЛА, особенно в фазах взлёта, набора высоты и посадки.

Сила Кориолиса

Согласно положениям общей теории атмосферной циркуляции, в силу разницы температур над экваториальными регионами земной поверхности возникают области низкого давления, а над полярными регионами — соответственно, высокого. Это позволяет воздуху высокого давления распространяться с полюсов вдоль поверхности Земли по направлению к экватору. В то время как теоретическое направление циркуляции должно быть именно таким, на практике движение воздушных масс определяется несколькими факторами, наиболее важным из которых является вращение Земли.

Сила, вызываемая вращением Земли вокруг своей оси, называется силой Кориолиса. При ходьбе человек не ощущает воздействия этой силы, поскольку движется с малой скоростью и перемещается на относительно малые расстояния (в сравнении с размером и угловой скоростью вращения Земли). Однако сила Кориолиса оказывает существенное влияние на тела, перемещающиеся на значительные расстояния, — например, воздушные или водные массы.

Воздействие силы Кориолиса приводит к тому, что в северном полушарии массы воздуха отклоняются вправо, двигаясь не по прямой, а по искривлённой траектории. Величина этого отклонения меняется в зависимости от географической широты местности. У полюсов оно максимально, а у экватора снижается до нуля. Величина силы Кориолиса также зависит от скорости движущегося тела: чем выше скорость, тем больше отклонение. В северном полушарии вращение Земли заставляет воздух смещаться вправо, тем самым изменяя теоретические направления циркуляции воздуха.

Рис. 11-5. Трёхъячеечная схема циркуляции атмосферы, обусловленная вращением Земли вокруг своей оси.

Влияние вращения Земли приводит к тому, что первоначальный воздушный поток каждого полушария разделяется на три отдельные зоны, или ячейки *(рис. 11-5)*. В северном полушарии тёплый воздух вблизи экватора поднимается от земной поверхности, перемещается к северу и отклоняется к востоку вследствие вращения Земли. К тому моменту, когда воздух преодолеет третью часть расстояния от экватора до Северного полюса, он уже движется не на север, а на восток. При этом воздух постепенно охлаждается и опускается, образуя на широте 30° пояс высокого давления. Затем воздух начинает двигаться вдоль земной поверхности на юг, по направлению к экватору. Сила Кориолиса отклоняет поток вправо, создавая пассатные ветра, преобладающие в области от широты 30° до экватора. Аналогичные процессы приводят к возникновению двух других ячеек циркуляции, охватывающих Землю между широтами 30° и 60° и между 60° и каждым из полюсов. В результате, например, в континентальной части США преобладают ветры западного направления.

Циркуляционные движения в атмосфере ещё более усложняются из-за сезонных изменений, различий в рельефе континентов и океанского дна и других факторов, таких, как силы трения, вызванные топографией Земли и тоже влияющих на перемещение воздушных масс. К примеру, на высотах менее 600 м от земной поверхности трение между поверхностью Земли и атмосферой приводит к замедлению движения воздуха. Трение уменьшает силу Кориолиса, изменяя первоначальное направление ветра. Поэтому направления ветра у поверхности Земли и на высоте всего нескольких сотен метров часто не совпадают.

Измерение атмосферного давления

Атмосферное давления обычно измеряется в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) или в дюймах ртутного столба ("Hg). Для измерения чаще всего используется ртутный барометр *(рис. 11-6)*. Барометр измеряет высоту столбика ртути, находящейся в запаянной сверху стеклянной трубке. Нижний конец трубки опущен в сосуд с ртутью, открытой для воздействия атмосферы, которая давит на неё с определённой силой. Повышение давления приводит к тому, что уровень ртути в трубке поднимается. При падении давления ртуть вытекает из трубки, и высота столбика уменьшается. Такие барометры обычно устанавливаются в лабораториях или на метеорологических станциях. Они трудны в транспортировке и неудобны для снятия показаний.

Альтернативой ртутному является анероидный барометр, он удобнее в эксплуатации и транспортировке *(рис. 11-7)*. Анероидный барометр содержит запаянную ёмкость, называемую анероидной коробкой, которая сжимается или расширяется в зависимости от величины атмосферного давления. Посредством механической связи анероидная коробка соединяется с индикатором, который отображает величину давления. Воспринимающая давление часть высотомера любого ЛА, по сути, представляет собой анероидный барометр. Следует заметить, что, в силу погрешности

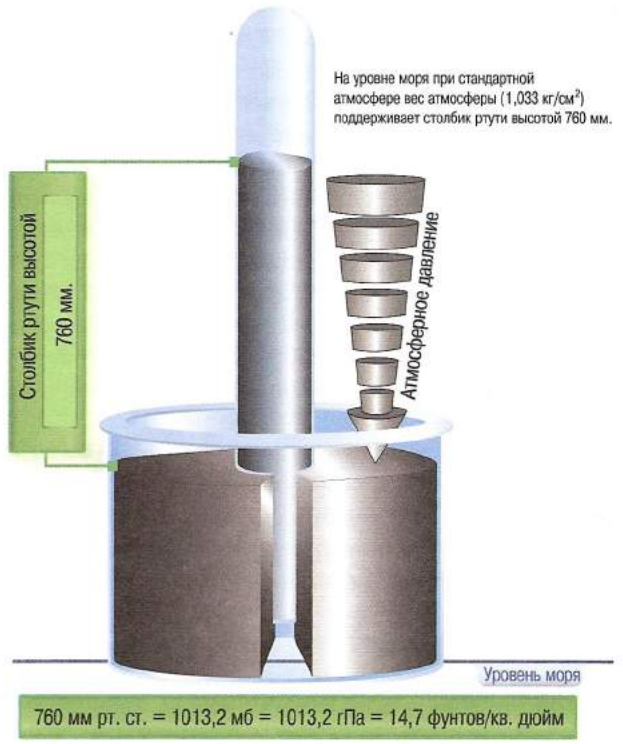


Рис. 11-6. Ртутный барометр.

Рис. 11-7. Анероидный барометр.

передаточного механизма анероидного барометра, по точности он уступает ртутному.

Для обеспечения единого подхода к измерениям атмосферных параметров было введено понятие международной стандартной атмосферы (ISA). Эти стандартные условия положены в основу работы многих бортовых приборов и применяются при расчёте большей части лётно-технических характеристик любого ЛА. По определению, международной стандартной атмосфере соответствуют следующие условия: давление на уровне моря 1013 мб (760 мм рт. ст. или 29,92 "Hg) и стандартная температура воздуха 15 °C (59 °F). Коэффициенты преобразования между единицами измерения следующие: 1 мм рт. ст. равен примерно 1,33 мб; 1 "Hg соответствует примерно 24 мб; 1 мм рт. ст. равен приблизительно 0,039 "Hg. Величина атмосферного давления, как правило, находится в пределах от 950 до 1040 мб. Миллибары обычно используются в таблицах постоянного давления и отчётах о параметрах ураганов.

Поскольку метеорологические станции расположены по всему миру, местные значения барометрического давления приводятся к давлению на уровне моря, что позволяет достичь стандартизации при обмене данными. Для преобразования местного давления в давление на уровне моря к значению барометрического давления прибавляется приблизительно 1 мб для каждых 8 метров увеличения высоты (или 1 "Hg для каждых 1000 футов увеличения высоты). Разность высот, соответствующая разнице давлений в 1 мб, называется барической ступенью. Например, метеостанция, находящаяся на высоте 5000 футов над уровнем моря, при показаниях барометра 24,92 "Hg передаст данные давления на уровне моря 29,92 "Hg *(рис. 11-8)*.

Отслеживая тенденции изменения барометрического давления на большой территории, синоптики могут более точно прогнозировать движение значительных масс воздуха и связанные с этим погодные изменения. Например, тенденция к повышению давления в районе определённой метеорологической станции обычно означает скорое наступление ясной погоды. И наоборот, снижение или резкое падение давления, как правило, указывает на скорое ухудшение погоды и, возможно, приближение грозы или урагана.

Высота и атмосферное давление

С увеличением высоты атмосферное давление падает. В среднем на каждые 8 м увеличения высоты атмосферное давление падает на 1 мб. При снижении давления

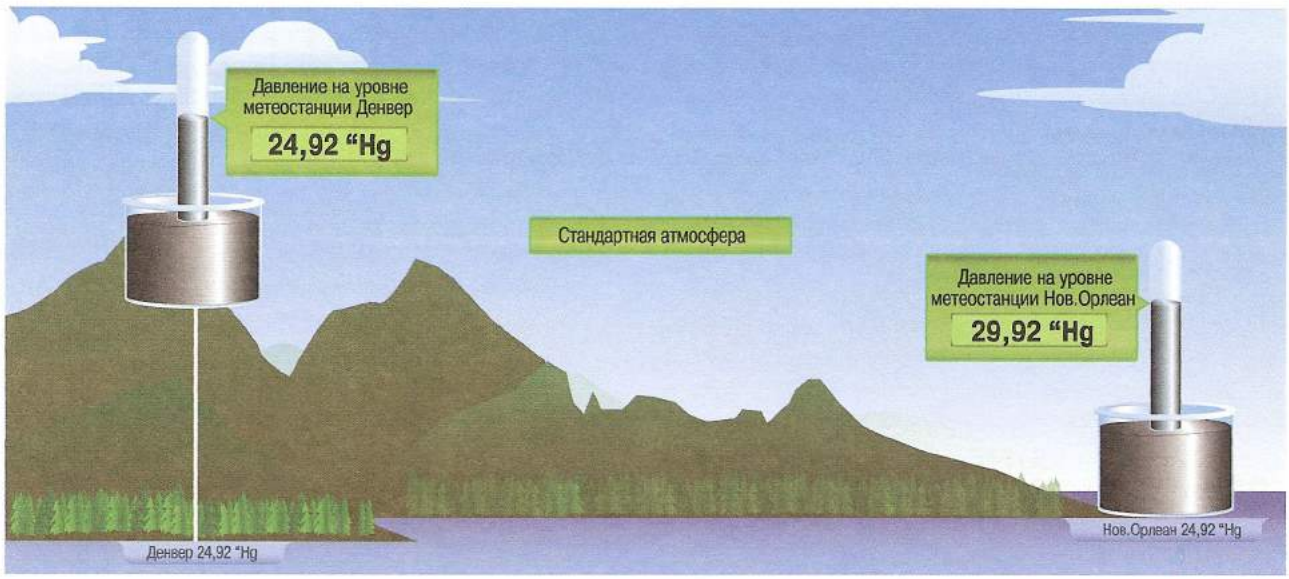


Рис. 11-8. Давление на высоте метеостанции преобразуется в давление на уровне моря.

воздух становится менее плотным или «разрежённым». Снижение давления с увеличением высоты отражает величина, называемая высотой по плотности. С падением давления высота по плотности растёт, что существенным влияет на лётно-технические характеристики ЛА.

Температурные колебания приводят к изменению плотности воздуха, что, в свою очередь, означает изменение атмосферного давления. При этом в атмосфере происходят движения масс воздуха как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении, которые имеют форму воздушных течений и ветров. Атмосфера практически постоянно находится в движении, стремясь прийти в состояние равновесия. Это никогда не прекращающееся движение представляет собой цепную реакцию, определяющую вечную изменчивость погоды.

Высота и полёт

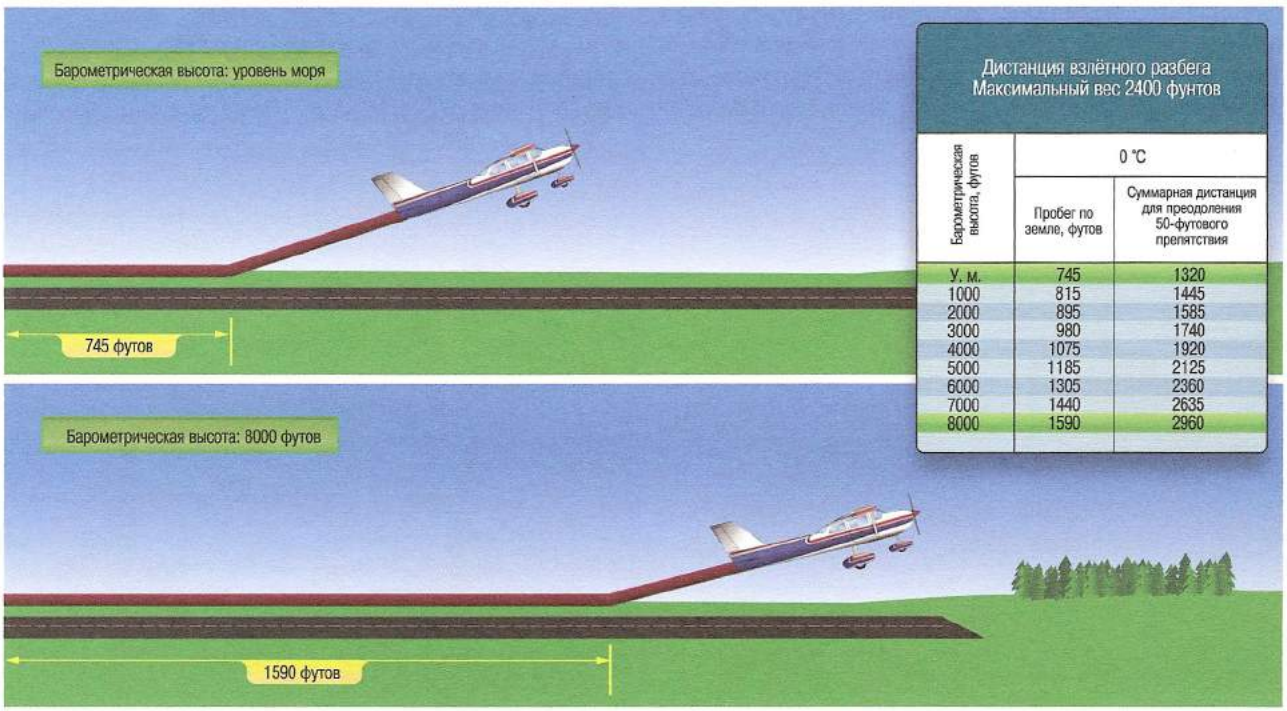
Высота влияет на все без исключения аспекты полёта: от лётно-технических характеристик ЛА до работоспособности человека. На значительных высотах, где атмосферное давление ниже, взлётная и посадочная дистанции увеличиваются, а скороподъёмность снижается.

Для того, чтобы ЛА мог подняться в воздух, необходима подъёмная сила, которая создаётся потоком воздуха, обтекающим крылья. Если воздух разрежён, для создания подъёмной силы, достаточной для взлёта, требуется более высокая скорость. Поэтому длина разбега по земле увеличивается. Для ЛА, взлётный разбег которого на уровне моря составляет 230 метров, при барометрической высоте 2,5 км потребуется вдвое большая дистанция пробега по земле *(рис. 11-9)*. Помимо этого, на больших высотах, в силу меньшей плотности воздуха, кпд двигателя и воздушного винта снижаются. Это приводит к уменьшению скороподъёмности и увеличению дистанции разбега, необходимой для преодоления препятствий.

Высота и организм человека

Как было сказано выше, азот и другие газовые примеси составляют 79% атмосферы, в то время как оставшийся 21% приходится на атмосферный кислород, необходимый для сохранения жизни на Земле. Атмосферное давление на уровне моря достаточно велико, чтобы обеспечить поддержку нормального развития организма, активной деятельности и жизни человека. На больших высотах (5,5 км и выше) парциальное давление кислорода значительно падает, что негативно сказывается на нормальной жизнедеятельности и функционировании человеческого организма.

Реакция среднего человека существенно ухудшается на высотах от 3 км и выше, а у некоторых людей



Дистанция взлётного разбега
Максимальный вес 2400 фунтов

Барометрическая высота, футов	0 °C	
	Пробег по земле, футов	Суммарная дистанция для преодоления 50-футового препятствия
У. м.	745	1320
1000	815	1445
2000	895	1585
3000	980	1740
4000	1075	1920
5000	1185	2125
6000	1305	2360
7000	1440	2635
8000	1590	2960

Рис. 11-9. С увеличением высоты дистанция взлётного разбега возрастает.

это ухудшение начинается на вдвое меньшей высоте. Физиологическая реакция на гипоксию (кислородное голодание) развивается постепенно и у различных людей проявляется по-разному. В зависимости от высоты и выносливости конкретного человека симптомы кислородного голодания могут варьироваться от лёгкого нарушения ориентации в пространстве до полной потери дееспособности. Для обеспечения нормального функционирования организма пилотов и предотвращения кислородного голодания высотные ЛА оборудуются кислородными системами или системами герметизации кабины.

Ветры и воздушные потоки

Воздух перетекает из областей высокого давления в области низкого давления, поскольку воздух всегда стремится туда, где давление ниже. Сочетание атмосферного давления, изменений температуры и силы Кориолиса вызывает в атмосфере движение в двух направлениях — вертикальное движение восходящих и нисходящих воздушных потоков и горизонтальное движение в форме ветра. Воздушные потоки и ветры оказывают существенное влияние на функционирование ЛА в фазах взлёта, посадки и крейсерского режима. Наиболее важным является то, что воздушные потоки и ветры — как проявления циркуляции атмосферы — вызывают изменения погоды.

Ветровые режимы

В северном полушарии при движении из области высокого в область низкого давления поток воздуха отклоняется вправо, создавая направленную по часовой стрелке циркуляцию вокруг области высокого давления. Такая циркуляция носит название антициклонической. Для областей низкого давления процесс идёт в обратном порядке: циркуляция вокруг них направлена против часовой стрелке и называется циклонической *(рис. 11-10)*.

Области высокого давления обычно представляют собой сухие, стабильные, опускающиеся массы воздуха. По этой причине хорошая погода обычно связывается именно с областями высокого давления. С областями низкого давления происходит противоположное: воздух перетекает в них, замещая поднимающийся более тёплый воздух. Такие области, как правило, нестабильны, и обычно приносят с собой облачность и осадки. Поэтому плохая погода обычно связывается с областями низкого давления.

Информация о ветровых режимах областей высокого и низкого давления крайне важна при планировании полётов, поскольку позволяет воспользоваться

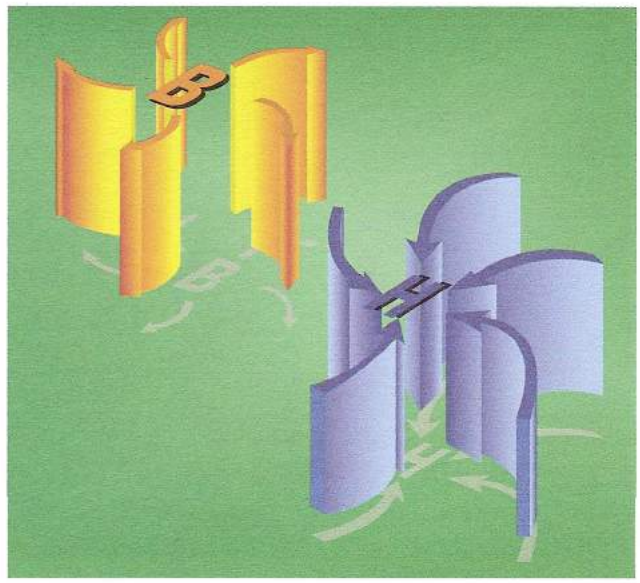


Рис. 11-10. Направления циркуляции вокруг областей высокого и низкого давления.

благоприятными попутными ветрами *(рис. 11-11)*. При планировании полёта с запада на восток можно рассчитывать на встречу с благоприятными ветрами в северной части областей высокого давления или в южной части областей низкого давления. Соответственно, при обратном полёте благоприятные ветры можно встретить в южной части областей высокого давления или северной части областей низкого давления. Помимо этого, знание расположения областей высокого и низкого давления позволяет прогнозировать, какие погодные условия можно ожидать на том или ином участке маршрута.

Теория циркуляции атмосферы и ветровых режимов справедлива для значительных масс воздуха и не учитывает изменения воздушных потоков локального масштаба. Местные условия, геологические параметры и другие факторы могут менять направление и скорость ветров, дующих в непосредственной близости от земной поверхности.

Конвективные потоки

Количество тепла, излучаемого поверхностью, варьируется в зависимости от её характеристик. Вспаханная почва, камни, песок и лишённая растительности земля выделяют тепло в значительных количествах; вода, деревья и другие растения, наоборот, поглощают и сохраняют тепло. В результате воздух над поверхностью земли нагревается неравномерно, и в нём возникают сравнительно небольшие зоны местной циркуляции, называемые конвективными потоками.

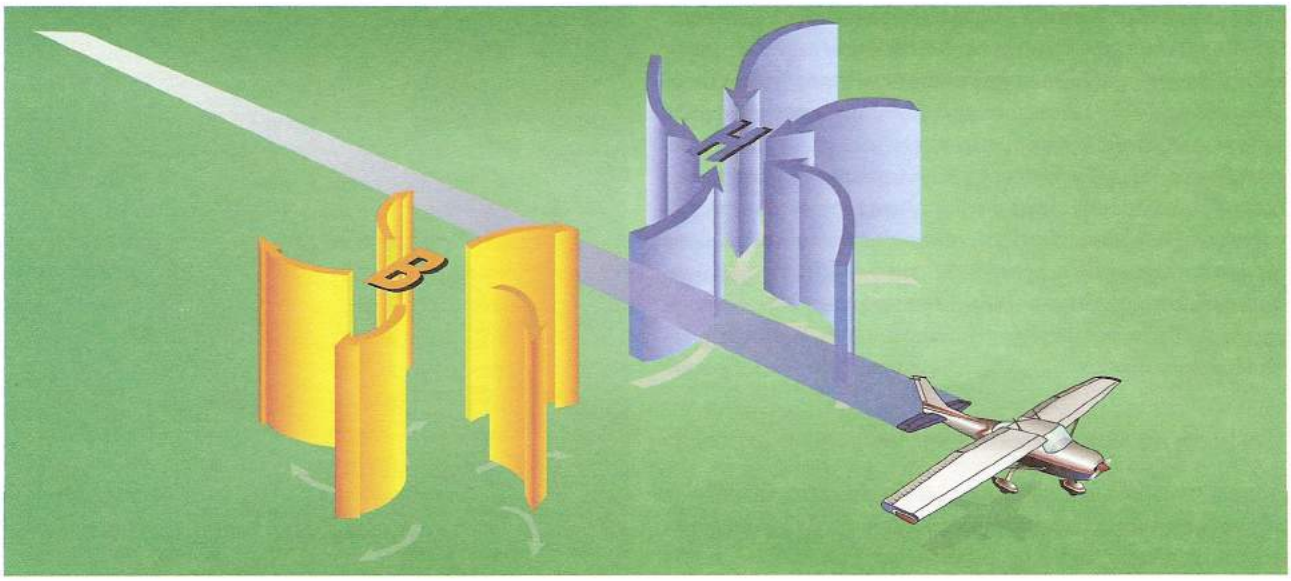


Рис. 11-11. Благоприятные ветры вблизи области высокого давления.

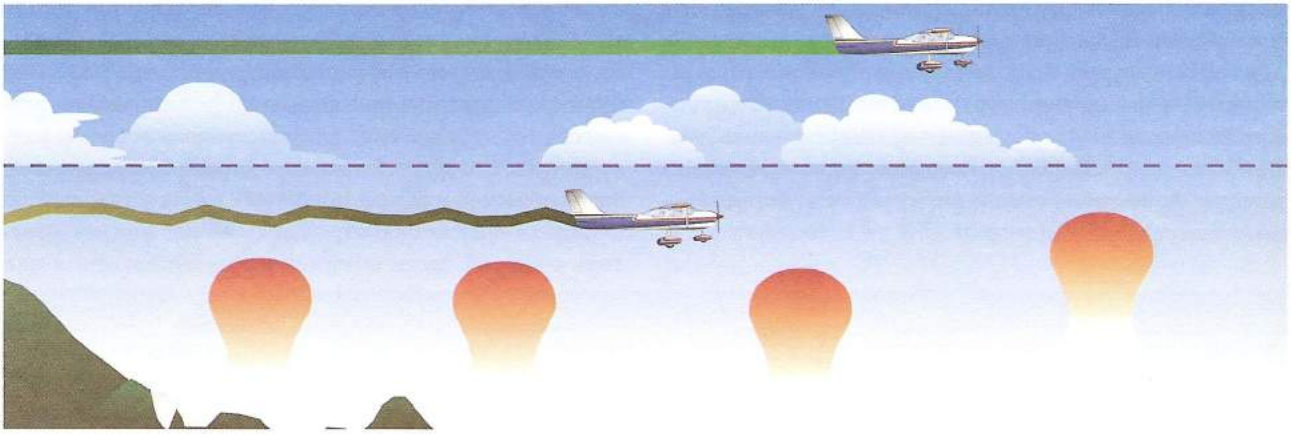


Рис. 11-12. Предотвращение встречи с областью конвективной турбулентности.

Конвективные потоки вызывают возмущения воздуха (турбулентности), с которыми можно столкнуться при полёте на малых высотах в тёплую погоду. При полёте на малой высоте восходящие потоки обычно встречаются над заасфальтированными участками или пустынными (степными) территориями, а нисходящие — над поверхностью водоёмов или широкими растительными зонами (например, лесами). Обычно встречи с областями турбулентности можно избежать, если двигаться на большей высоте, над слоями кучевых облаков *(рис. 11-12)*.

Конвективные потоки особенно заметны на участках, где суша прямо соприкасается с большой водной массой, например, океаном, морем или большим озером. В течение дня земля нагревается быстрее, чем вода, поэтому температура воздуха над сушей возрастает, а его плотность падает. Этот воздух поднимается, и на его место приходит более холодный и плотный воздух со стороны водной поверхности. Этот процесс становится причиной возникновения так называемого прижимного ветра, или морского бриза. И напротив, ночью земля охлаждается быстрее воды, как и воздух над этими участками. Поэтому тёплый воздух над водой поднимается вверх, и его место занимает более холодный и плотный воздух со стороны суши, создавая так называемый отжимной ветер, или береговой бриз. Таким образом, направления местной циркуляции всё время изменяются на противоположные. Конвективные потоки могут возникать в любых областях земной поверхности, где имеет место её неравномерный нагрев *(рис. 11-13)*.

Конвективные потоки вблизи земной поверхности могут влиять на управляемость ЛА. Например, при заходе на посадочную прямую воздух, поднимающийся

над лишённой растительности местностью, создаёт баллонный эффект, который может привести к перелёту заданной точки посадки. С другой стороны, при заходе на посадку над большой водной поверхностью или зоной густой растительности часто возникает эффект парашютирования, в результате которого ЛА может коснуться земли раньше заданной точки посадки *(рис. 11-14)*.

Влияние препятствий на параметры ветра

Существует ещё один связанный с атмосферой фактор, который может создать сложности при пилотировании ЛА. Расположенные на земле препятствия могут менять параметры ветра, неожиданно создавая опасные ситуации. Топография земной поверхности и крупные здания могут нарушать движения воздушных потоков, приводя к возникновению порывов ветра с переменными направлением и скоростью. К препятствиям, влияющим на ветер, относятся как созданные человеком структуры (например, ангар), так и большие естественные препятствия — горы, обрывы или каньоны. Особенно важно сохранять предельную внимательность при движении вблизи аэропорта, где большие здания или естественные препятствия могут быть расположены в непосредственной близости от ВПП *(рис. 11-15)*.

Интенсивность турбулентности, вызванной препятствием на земле, зависит от размера препятствия и первоначальной скорости ветра. Такая турбулентность способна существенным образом повлиять на взлётные и посадочные характеристики ЛА и может представлять очень серьёзную опасность. На стадии посадки турбулентность может привести к тому, что ЛА «нырнёт», и высота полёта не позволит преодолеть препятствия во время захода на посадку.

Аналогичное явление, но в ещё более заметной форме, возникает во время полёта над гористой местностью *(рис. 11-16)*. В то время, как на наветренной стороне горы ветер не встречает на своём пути препятствий, и восходящие потоки поднимают ЛА при пролёте над вершиной, на подветренной стороне ветер ведёт себя иначе. Обтекая гору с подветренной стороны, воздушный поток в своём движении повторяет профиль местности и становится всё более турбулентным. Возмущённый воздух прижимает ЛА к боковой поверхности горы. Чем сильнее ветер, тем выше нисходящее давление и тем сильнее турбулентность.

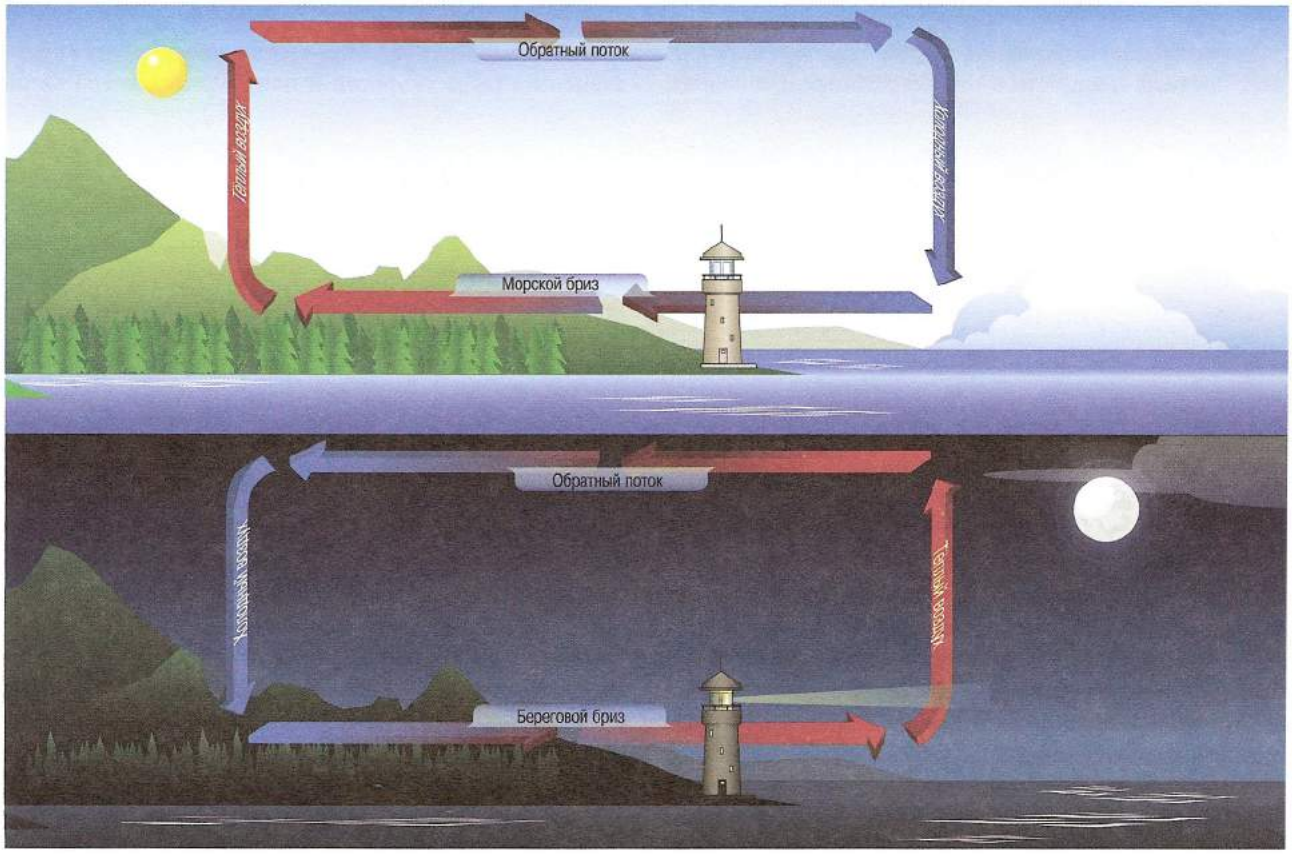


Рис. 11-13. Конвективные потоки морского и берегового бризов.

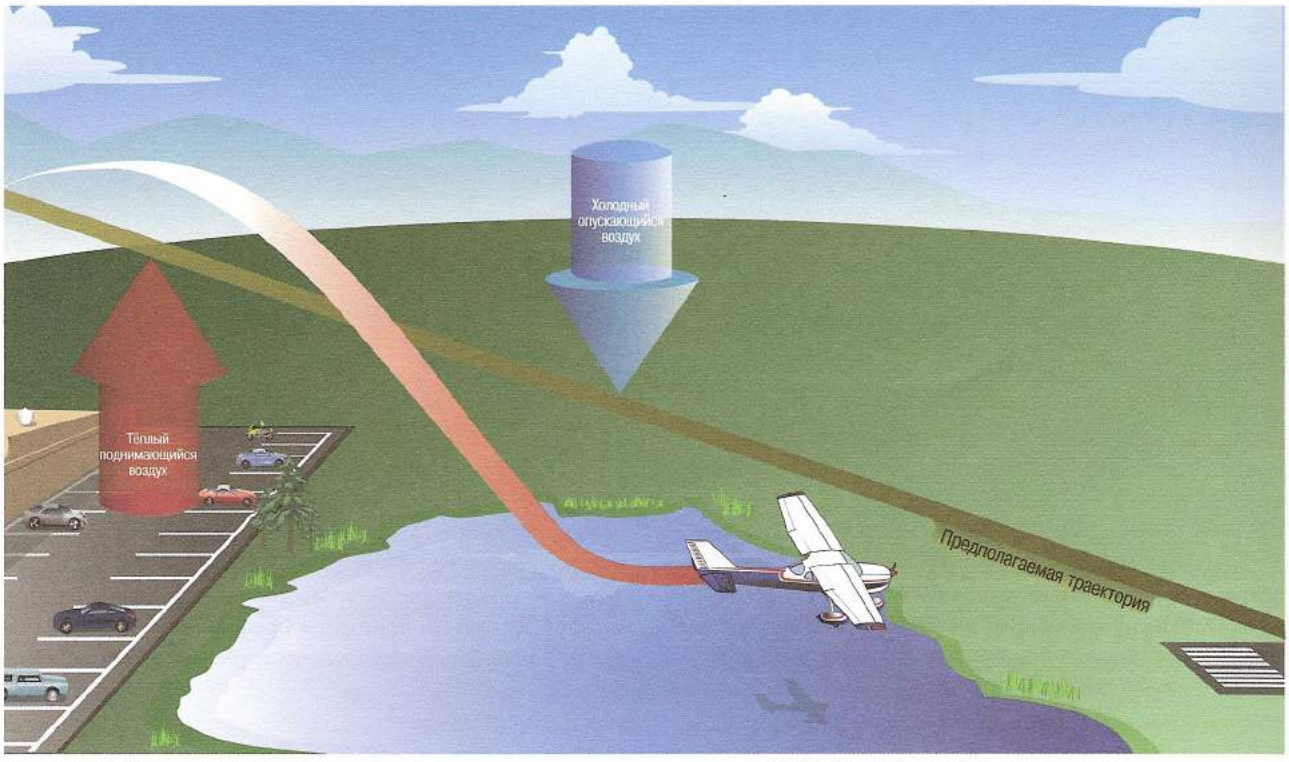


Рис. 11-14. Воздушные потоки, возникающие при изменении параметров земной поверхности.

Значительное влияние на параметры ветра оказывает профиль местности в горных долинах и каньонах, создавая сильные нисходящие потоки. Перед полётом, маршрут которого проходит над гористой местностью или вблизи неё, пилотам, незнакомым с особенностями ландшафта, рекомендуется проконсультироваться у инструктора, имеющего опыт таких полётов.

Сдвиг ветра на малых высотах

Сдвиг ветра — это внезапное значительное изменение его скорости и/или направления над небольшим участком поверхности Земли. Сдвиг ветра может вызвать резкий подъём или снижение ЛА, а также привести к изменению горизонтальной траектории движения. Хотя сдвиг ветра может произойти на любой высоте, на малых высотах он особенно опасен из-за близости ЛА к земле. При сдвиге ветра на малых высотах его направление может измениться на противоположное, а скорость — на 90 км/ч и более. Сдвиг ветра на малых высотах обычно бывает вызван проходящими атмосферными фронтами, грозами и температурными инверсиями при сильном (более 45 км/ч) ветре в средних слоях атмосферы.

Сдвиг ветра опасен для ЛА по многим причинам. Быстрые изменения направления и скорости ветра относительно ЛА нарушают его нормальное движение и влияют на лётно-технические характеристики. В зависимости от скорости и направления ветра влияние сдвига может быть как лёгким, так и очень значительным. Например, резкая смена попутного ветра на встречный приводит к повышению скорости ЛА и улучшению его аэродинамических характеристик. И наоборот, если встречный ветер меняется на попутный, воздушная скорость ЛА резко падает, а аэродинамические характеристики ухудшаются. И в том и в другом случае, пилот должен быть готов немедленно отреагировать на атмосферные изменения, чтобы сохранить управляемость ЛА.

Наиболее значительные срывы ветра, как правило, бывают вызваны конвективными осадками или грозовыми ливнями. Конвективные осадки могут стать причиной одного из самых опасных видов срыва ветра, который называется микропорывом. Типичный микропорыв обычно возникает в зоне менее 2 км шириной и менее 300 м высотой. Продолжительность микропорыва составляет примерно 14 минут, в течение которых он способен вызвать нисходящий поток со скоростью до 30 м/с. Он также может вызвать опасное изменение направления ветра (на 45° и более) в течение нескольких секунд.

Если сдвиг ветра происходит, когда ЛА находится близко к земле, эти мощные нисходящие потоки и быстрая смена направления ветра могут привести к тому,

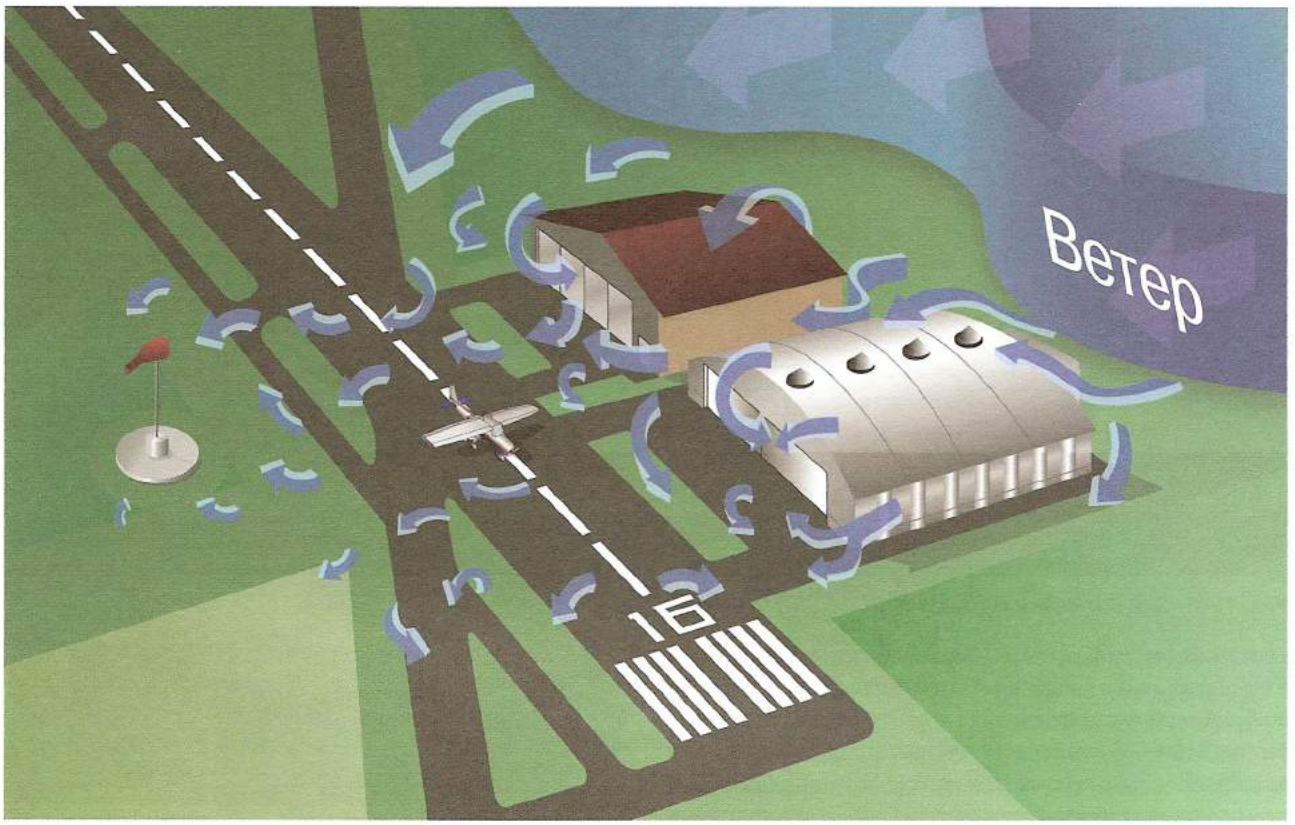


Рис. 11-15. Турбулентность, вызванная искусственными препятствиями.

Рис. 11-16. Турбулентность в гористой местности.

что пилот в значительной степени или полностью утратит контроль над ЛА *(рис. 11-17)*. При непреднамеренном попадании в область микропорыва при взлёте самолёт проходит через следующие этапы: вначале встречный ветер улучшает его аэродинамические характеристики (1); затем нисходящий воздушный поток ухудшает их (2); далее, ветер резко меняет направление, становясь попутным (3); в результате, высота уменьшается до опасного уровня либо происходит столкновение с землёй (4).

Микропорывы обычно бывает сложно обнаружить, поскольку они возникают в относительно ограниченных по размеру областях. В некоторых аэропортах установлены системы оповещения, целью которых является предупреждение пилотов о возможности возникновения микропорывов. Такая система представляет собой

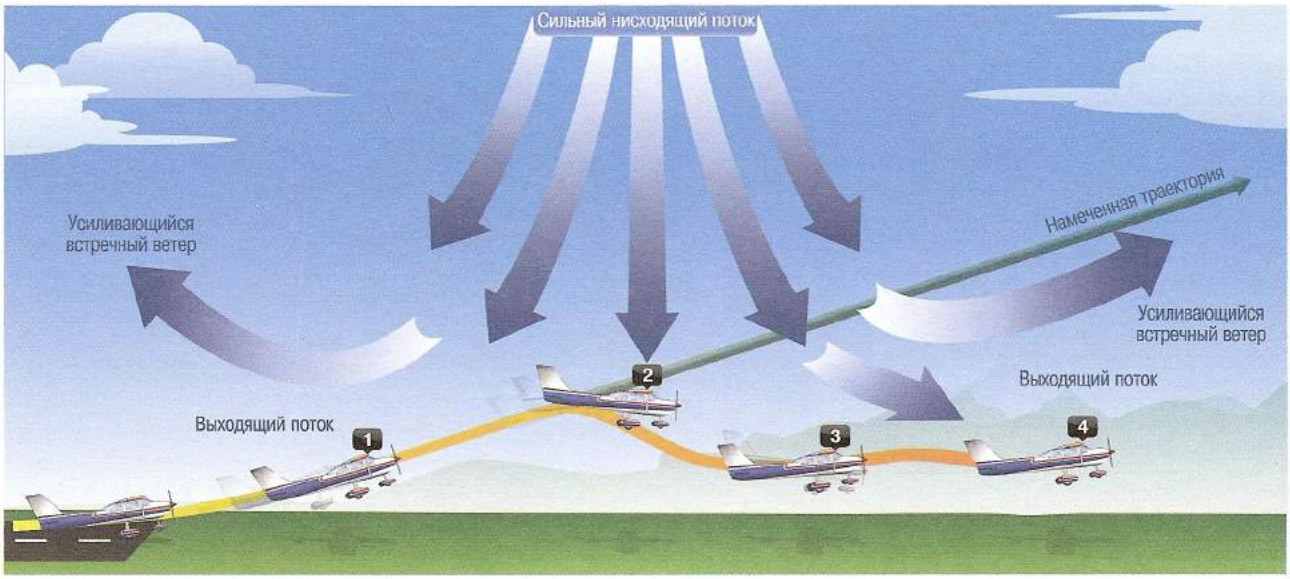


Рис. 11-17. Воздействие микропорывов ветра.

сеть анемометров, размещаемых по всей территории аэропорта для обнаружения изменений в скорости ветра. Когда скорость ветра меняется более чем на 15 узлов (28 км/ч), пилоты получают предупреждение о возможности возникновения микропорывов. Такие системы называются системами предупреждения о сдвигах ветра на малых высотах (LLWAS).

Важно помнить, что сдвиг ветра может затронуть ЛА в любой момент и на любой высоте. Хотя пилотов иногда предупреждают о возможности сдвига ветра, зачастую они происходят неожиданно, представляя собой постоянную скрытую угрозу безопасности полётов. Будьте всегда готовы к внезапному сдвигу ветра, особенно при полёте над грозой или атмосферным фронтом либо сквозь них.

Отображение ветра и давления на приземных синоптических картах погоды

Синоптические карты погоды обеспечивают пилотов информацией об атмосферных фронтах, областях высокого и низкого давления, приземных ветрах и давлении для каждой метеостанции. Такие карты позволяют пилоту видеть расположение атмосферных фронтов и областей давления, но, что более важно, они содержат данные о ветре и давлении у земной поверхности для каждой местности. Для получения дополнительной информации о приземном анализе и картах погоды см. главу 12, «Авиационные метеорологические службы».

Параметры ветра обозначаются стрелкой, которая выходит из кружка, указывающего на местоположение станции наблюдения *(рис. 11-18)*. Кружок станции занимает место острия стрелки, указывающей в том

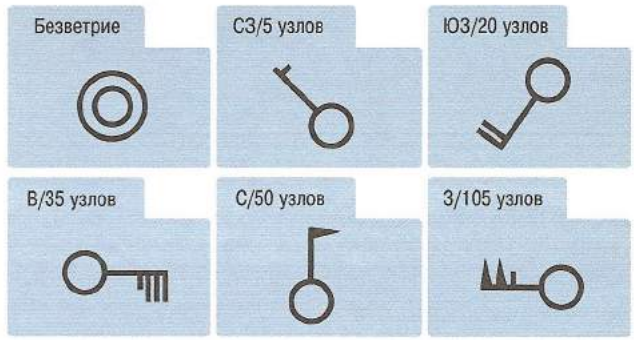


Рис. 11-18. Обозначение ветра на приземных синоптических картах.

направлении, откуда дует ветер. Ветры идентифицируются направлением, откуда они дуют: например, если ветер северо-западный, это означает, что он дует с северо-запада на юго-восток. Скорость ветра обозначается «оперением» (штрихами или флажками) на линии стрелки. Длинный штрих означает скорость 10 узлов (18,5 км/ч), короткий штрих — 5 узлов (9,3 км/ч), а флажок — 50 узлов (92,6 км/ч).

Давление для каждой станции указывается на картах в миллибарах (мб). Области одинакового давления соединяются на карте линиями, называемыми изобарами. Эти линии образуют сетку, отражающую барический градиент (степень изменения давления с расстоянием) *(рис. 11-19)*. Изобары сходны с контурными линиями на топографических картах, указывающими на высоту местности и крутизну уклона. Например, если изобары располагаются близко друг к другу, это указывает на большой градиент ветра и преобладание сильных ветров. И наоборот, малый градиент ветра отображается

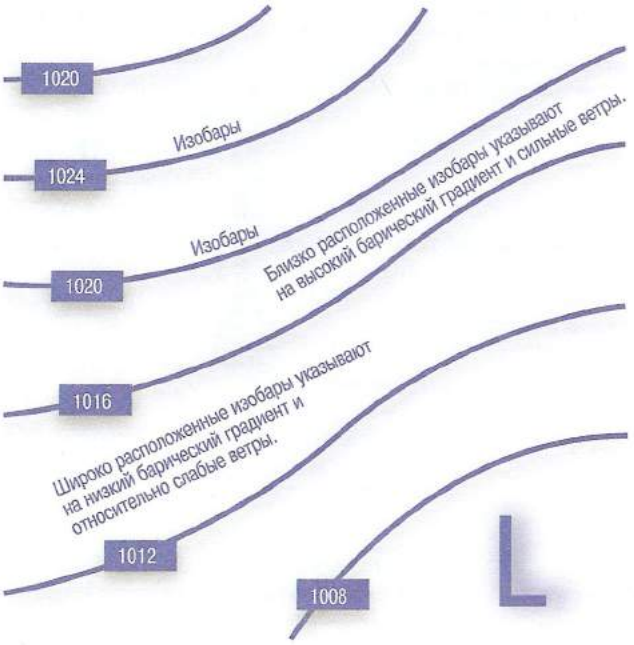


Рис. 11-19. Изобары указывают на барический градиент областей высокого или низкого давления.

редко расположенными изобарами, что является показателем слабых ветров. Изобары помогают определить положение циклонов и антициклонов, а также места гребней, ложбин и седловин. Циклон — это область с замкнутыми изобарами, давление в центре которой ниже, чем на периферии; антициклон — эта также область с замкнутыми изобарами, у которой давление в центре выше, чем на периферии. Гребень — это узкая полоса высокого давления, ложбина — узкая полоса низкого давления. Седловина — это место пересечения гребня и ложбины или область между двумя циклонами или двумя антициклонами.

Изобары предоставляют ценную информацию о параметрах ветров в нижнем слое атмосферы (на высотах в несколько сотен метров над землёй). В непосредственной близости от земли направления ветров меняются под влиянием рельефа местности, а их скорость уменьшается из-за трения о земную поверхность. В слое примерно от 600 до 900 метров над поверхностью скорость ветра увеличивается, а его направление приближается к направлению линий изобар. Поэтому на синоптических картах указываются параметры как приземных ветров, так и ветров на несколько большей высоте.

Обычно угол между направлением приземного ветра и ветра на высоте 600 м над уровнем земной поверхности (УЗП) составляет 20-40° в направлении по часовой стрелке, а скорость ветра на высоте выше, чем у приземного. Над пересечённой местностью направление ветра меняется сильнее, чем над гладкой поверхностью (например, над открытыми водами). При отсутствии точной информации о верховых ветрах эти общие правила можно использовать для грубой оценки параметров ветра на высоте нескольких сотен метров над УЗП.

Стабильность атмосферы

Невозмущённость (стабильность) атмосферы зависит от её способности гасить вертикальное перемещение воздушных масс. В невозмущённой атмосфере вертикальное движение воздуха затруднено, а небольшие вертикальные возмущения гасятся и исчезают. В возмущённой атмосфере небольшие вертикальные перемещения воздуха имеют тенденцию к усилению, что ведёт к возникновению вихревых потоков и активной конвекции. Нестабильность атмосферы всегда сопряжена со значительной турбулентностью, обширным облачным слоем и неблагоприятными погодными условиями.

Из-за того, что с увеличением высоты атмосферное давление снижается, поднимающийся вверх воздух расширяется и охлаждается. С опускающимся воздухом происходит обратное: поскольку атмосферное давление растёт, его температура и плотность увеличиваются. Для обозначения этих процессов используются термины «адиабатический нагрев» и адиабатическое охлаждение».

Адиабатическими называются явления, происходящие в вертикальных воздушных потоках. Когда поднимающийся воздух попадает в область более низкого давления, занимаемый им объём увеличивается. Расстояние между молекулами воздуха увеличивается, поэтому его температура падает. Таким образом, по мере движения воздушной массы вверх давление в ней падает, объём увеличивается, а температура уменьшается. Когда воздух опускается, происходит противоположный процесс. Скорость, с которой температура понижается по мере увеличения высоты, называется вертикальным градиентом температуры. Средний вертикальный градиент температуры в восходящем воздушном потоке составляет примерно 0,6 °С на 100 м (или 2 °С на 1000 футов).

Поскольку водяные пары легче воздуха, влага снижает его плотность и заставляет подниматься вверх. И наоборот, при снижении влажности воздух становится плотнее и стремится вниз. Влажный воздух охлаждается медленнее сухого — следовательно, прежде чем охладиться, он успеет подняться на бóльшую высоту, чем окружающий воздух. Поэтому влажный воздух, как правило, менее стабилен, чем сухой. Сухоадиабатический градиент температуры (ненасыщенного влагой воздуха) составляет примерно 1 °С на 100 м (или 3 °С на 1000 футов). Величина

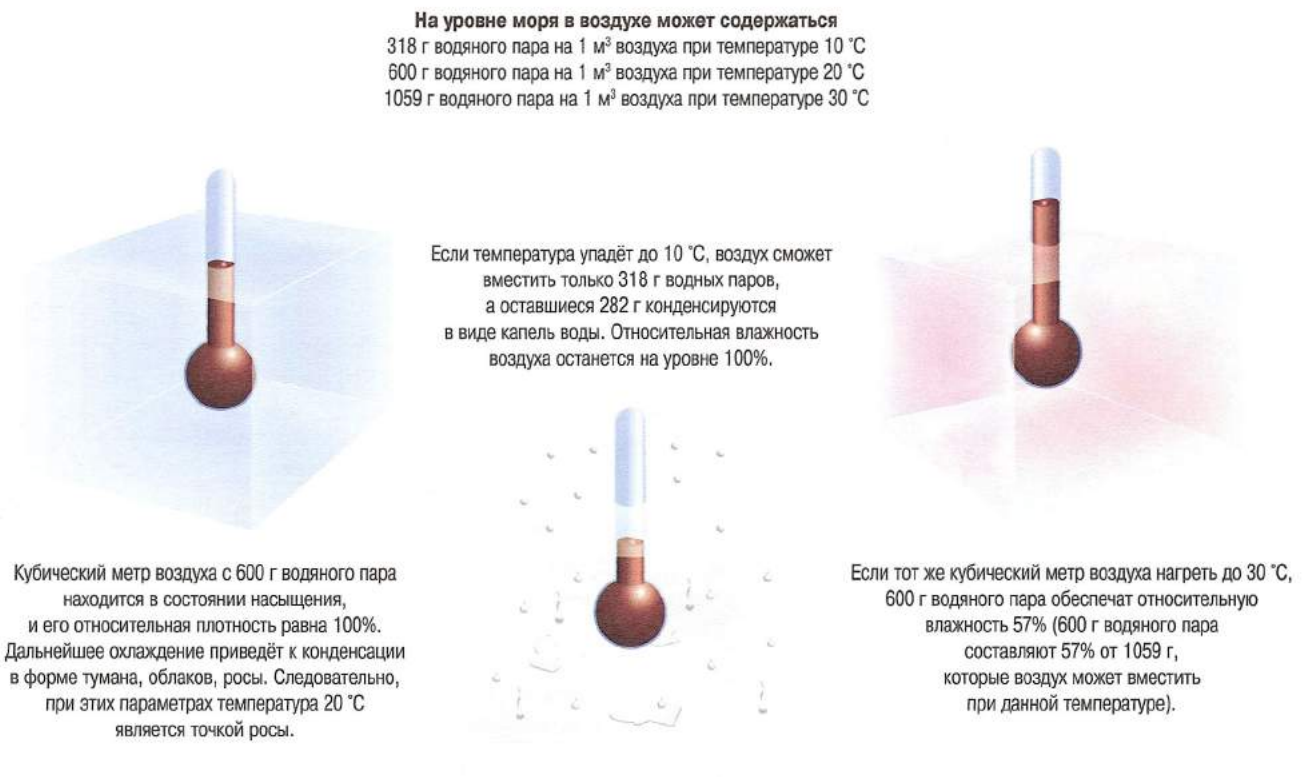


Рис. 11-20. Связь между относительной влажностью, температурой и точкой росы.

влажноадиабатического градиента температуры лежит в пределах от 0,3 °С до 0,9 °С на 100 м (или от 1,1 °С до 2,8 °С на 1000 футов).

Итак, невозмущённость воздуха и связанная с этим погода определяются сочетанием влажности и температуры воздуха. Холодный и сухой воздух очень стабилен и препятствует вертикальному движению, что, как правило, обеспечивает хорошую, ясную погоду. Наибольшая возмущённость воздуха возникает, когда он тёплый и влажный, как, например, летом в тропических регионах. В этих районах Земли из-за нестабильности атмосферы грозы случаются практически ежедневно.

Относительная влажность

Влажностью называется количество водяного пара, присутствующего в атмосфере в определённый момент. Относительная влажность — это фактическое количество влаги в воздухе, отнесённое к максимальному количеству влаги, которое воздух способен вместить при данной температуре. Так, если текущая относительная влажность составляет 65%, это означает, что воздух содержит 65% от максимального количества влаги, которое он способен вместить при данных температуре и давлении. Например, на большей части территории западных штатов США высокая влажность бывает крайне редко, в то время как в южных штатах в тёплое время года она иногда может достигать 75-90% *(рис. 11-20)*.

Связь температуры и точки росы

Относительная влажность воздуха определяется соотношением его температуры и точки росы. Точка росы — это температура, при которой воздух не способен вместить больше влаги, чем в нем содержится в данное время. Когда температура воздуха снижается до точки росы, воздух становится абсолютно насыщенным, и влага начинает конденсироваться в форме тумана, росы, инея, облаков, дождя, града или снега.

Когда поднимающийся вверх влажный и нестабильный воздух достигает высоты, на которой его температура становится равной точке росы, в этой точке часто начинается образование облаков. При движении вверх ненасыщенный воздух охлаждается со скоростью 0,82 °С на 100 м, а значение точки росы снижается со скоростью 0,15 °С на 100 м. В результате температура воздуха и точка росы сближаются со скоростью 0,67 °С.

Используя известное значение скорости сходимости температуры и точки росы, определим высоту нижней кромки облачности.

Дано:

Температура воздуха (Т) = 29 °С, точка росы (ТР) = 22 °С, скорость сходимости (СС) = 0,67 °С
Т – ТР = разрыв между температурой и точкой росы (ΔТР)
ΔТР/СС = х
х · 100 м = высота нижней кромки облачности над УЗП.

Пример:

29 °С – 22 °С = 7 °С
7 °С ÷ 0,67 °С = 10,4
10,4 · 100 = 1040 м, высота нижней кромки облачности над УЗП равна 1040 м.

Объяснение:

Если у земной поверхности температура наружного воздуха (ТНВ) равна 29 °С, а точка росы 22 °С, разрыв между ними составляет 7 °С. Разделим разрыв между температурой и точкой росы на скорость сходимости 0,67 °С, а затем умножим полученную величину на 100 м, чтобы определить приблизительную высоту нижней кромки облачности.

Способы достижения воздухом точки насыщения

Если воздух достиг точки насыщения, в которой его температура приближается к точке росы, крайне вероятно возникновение тумана, низкой облачности и осадков. Воздух может достичь точки полного насыщения в четырёх случаях. Первый — когда тёплый воздух при движении соприкасается с холодной поверхностью. Второй — при смешивании холодного и тёплого воздуха. Третий — при охлаждении воздуха в ночное время при соприкосновении с холодной землёй. Четвёртый случай — когда воздух поднимается или вытесняется вверх.

По мере движения вверх воздух поглощает тепловую энергию, которая необходима ему для расширения. В результате поднимающийся воздух быстро теряет тепло. Не насыщенный влагой воздух теряет тепло со скоростью примерно 1 °С на каждые 100 м высоты. Вне зависимости от факторов, вызвавших насыщение воздуха, такой воздух приносит с собой облачность, дожди и другие критические погодные условия.

Роса и иней

Во время холодных ночей температура земной поверхности и находящихся на ней объектов может снизиться до значений, которые вызовут падение температуры окружающего воздуха ниже точки росы. Когда это происходит, содержащийся в воздухе водяной пар конденсируется и осаждается на земле, постройках и других объектах (например, автомобилях или самолётах). Эти осадки принимают форму росы, которую иногда можно видеть на траве по утрам. Если температура воздуха ниже точки замерзания, влага осаждается в форме инея. В то время как роса не представляет опасности для ЛА, иней несёт в себе несомненную угрозу для безопасности полётов. Иней нарушает связность воздушного потока, обтекающего крыло, и может значительно снизить создаваемую им подъёмную силу. Он также увеличивает лобовое сопротивление, что (в сочетании с падением подъёмной силы) может отрицательно повлиять на взлётные характеристики ЛА. Поэтому перед полётом ЛА должен быть полностью очищен и свободен от инея.

Туман

Туман — это облачность, начинающаяся в пределах 15 м от земли. Обычно он возникает, когда температура воздуха в непосредственной близости от земли приближается к точке росы. При этом содержащиеся в воздухе водяные пары конденсируются и приобретают форму дымки различной плотности. Туманы подразделяются на виды в соответствии со способами их возникновения, которые, в свою очередь, определяются текущей температурой и количеством водяного пара в воздухе.

В ясные ночи, при относительно слабом ветре или полном безветрии, может образовываться радиационный туман *(рис. 11-21)*. Обычно, он возникает в низколежащих областях, например, в горных долинах. Этот вид тумана образуется в результате радиационного охлаждения земной поверхности, когда температура приземного воздуха достигает точки росы. После восхода солнца, сопровождающегося повышением температуры, радиационный туман поднимается с поверхности земли и постепенно рассеивается. При усилении ветра рассеяние радиационного тумана может существенно ускориться. Если слой радиационного тумана имеет высоту меньше 6 м, его называют приземным туманом.

При движении массы тёплого и влажного воздуха над холодной поверхностью суши или воды часто возникает адвективный туман. В отличие от радиационного, для появления адвективного тумана необходим ветер. Образованию и усилению тумана способствует ветер скоростью до 28 км/ч; более сильный ветер обычно приводит к тому, что туман поднимается, формируя низколежащие слоистые облака. Адвективные туманы обычно встречаются в прибрежных областях, когда воздух с моря, движимый морским бризом, оказывается над холодной землёй.

Рис. 11-21. Радиационный туман.

Когда влажный стабильный воздух поднимается вдоль участков земли с уклоном (например, вдоль горного хребта), это приводит к образованию тумана склонов. Для образования и устойчивого существования этого вида тумана также необходим ветер. Туманы склонов и адвективные туманы, в отличие от радиационных, могут не рассеяться с восходом солнца и оставаться над поверхностью земли в течение нескольких дней. Они также могут иметь существенно большую толщину слоя, чем радиационные туманы.

Морозное парение, или морской туман, образуется, когда холодный и сухой воздух перемещается над более тёплой водной поверхностью. Испаряясь, вода поднимается вверх, напоминая дымку. Туманы этого вида обычно образуются над большими водными поверхностями в холодное время года. С морозным парением обычно бывают связаны небольшая турбулентность и обледенение.

Ледяной туман образуется при холодной погоде, когда температура воздуха значительно ниже точки замерзания и водяные пары напрямую превращаются в кристаллы льда. Он возникает в тех же условиях, что и радиационный туман, но при низкой температуре — обычно –30 °С и ниже. Ледяной туман образуется, главным образом, в арктических регионах, но иногда возникает и в умеренных широтах в холодное время года.

Облака

Облака — видимые продукты идущих в атмосфере процессов, часто указывающие на характер погоды в ближайшем будущем. Для образования облаков необходимо достаточное количество водяного пара и ядер конденсации, а также условия для охлаждения воздуха. При охлаждении воздуха и достижении им точки насыщения невидимый водяной пар переходит в видимое состояние. Конденсируясь, влага осаждается на мельчайших твёрдых частицах, таких как пылинки, крупинки солей и частицы дыма, которые называют ядрами конденсации. Процесс конденсации может начаться в атмосфере только при наличии ядер конденсации.

Облака подразделяются на виды по высоте, форме и поведению. В зависимости от высоты нижней кромки облака делятся на низкие, средние и высокие, а также на облака вертикального развития *(рис. 11-22)*.

Низкие облака образуются вблизи поверхности Земли и имеют вертикальную протяжённость до 2 км над УЗП. Они состоят, главным образом, из водных капель, но могут включать в себя и капли переохлаждённой воды, которая вызывает опасное обледенение ЛА. К типичным низким облакам относятся слоистые, слоисто-кучевые и слоисто-дождевые. Туман также считается разновидностью низкой облачности. Облака этого вида приводят к снижению потолка, ухудшают видимость и способны быстро менять свои характеристики. Поэтому их наличие должно учитываться при планировании полётов, а иногда они приводят к тому, что полёты по правилам визуального пилотирования (ПВП) становятся невозможными.

Средние облака образуются на высоте примерно 2 км над УЗП и могут тянуться до высоты 6 км. Они состоят из воды, кристаллов льда и капель переохлаждённой воды. К типичным облакам среднего яруса относят высокослоистые и высококучевые. С такими облаками можно столкнуться на маршрутных полётах, проходящих на достаточно больших высотах. Высокослоистые облака могут содержать турбулентности и вызвать умеренное обледенение. Высококучевые облака, которые обычно возникают при растекании высококучевых, также могут содержать небольшие турбулентности и вызывать обледенение.

Высокие облака образуются на высоте более 6 км над УЗП, как правило, только в условиях невозмущённого воздуха. Они состоят из кристаллов льда и не представляют опасности для полётов. Типичные облака верхнего яруса — перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые.

Облака с протяжённым вертикальным развитием представляют собой кучевые облака, собирающиеся по вертикали в мощные кучевые или кучево-дождевые облачные массы. Такие облака обычно образуются в нижнем или среднем ярусе, но по мере развития могут достигать и верхних ярусов облачности. Башеннообразные кучевые облака указывают на области возмущённой атмосферы, а воздух внутри и вокруг них является турбулентным. Облака этого вида часто превращаются в кучево-дождевые или грозовые. Кучево-дождевые облака в больших количествах содержат влагу и возмущённый воздух и обычно вызывают

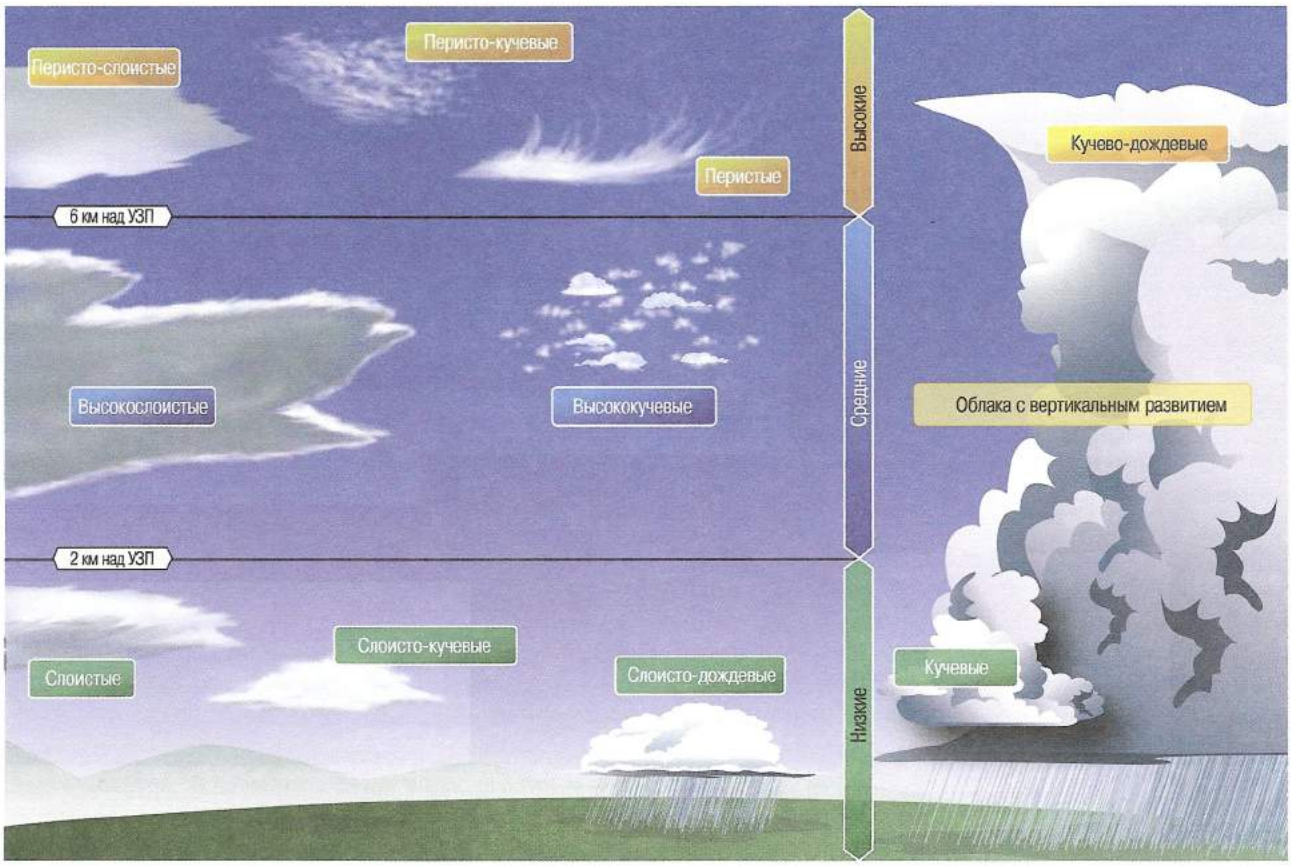


Рис. 11-22. Основные виды облаков.

опасные погодные явления, такие, как грозовые разряды, град, торнадо, порывистый ветер и сдвиг ветра. Эти вертикальные облака могут быть скрыты внутри других облачных образований и не всегда видны с земли или во время полёта. В этом случае такие облака называют маскированными, отсюда понятие «маскированной грозы».

Из всех видов облаков кучево-дождевые являются, наверное, наиболее опасными для пилотов. Они появляются как одиночные образования или группами. Их часто называют грозами (внутримассовыми или орографическими). Нагревание воздуха вблизи поверхности Земли вызывает внутримассовую грозу, а восходящее движение воздуха в горных областях — орографическую. Кучево-дождевые облака, выстроившиеся в непрерывную линию, называют непрямым грозовым поясом или шквалистым фронтом.

Поскольку кучево-дождевые облака создаются восходящими воздушными массами, они бывают высокотурбулентными и представляют значительную угрозу безопасности полётов. К примеру, при попадании в зону грозы ЛА может подвергаться воздействию восходящих и нисходящих потоков со скоростью более 50 км/ч. Помимо этого, грозы могут вызывать сильные ливни и град, мощные электрические разряды и торнадо, которые представляют потенциальную опасность для ЛА.

От зарождения до рассеивания гроза проходит через три стадии развития. Первая — стадия кучевого облака, во время которой начинается подъём воздушных масс. При достаточных влажности и возмущённости атмосферы облака продолжают расти в вертикальном направлении. Сильные восходящие потоки удерживают влагу в верхних слоях, не позволяя ей опускаться. Увеличиваясь в размерах, восходящие области становятся больше, чем индивидуальные воздушные потоки. В течение примерно четверти часа гроза переходит в стадию зрелого грозового облака, которая является периодом наибольшей интенсивности за весь цикл развития грозы. В это время частицы влаги (капли дождя или кристаллы льда) становятся слишком тяжёлыми, чтобы воздушный поток мог удерживать их в облаке, и начинают падать на землю в форме дождя или града. При этом возникает нисходящее движение воздуха. Таким образом, в облаке и вблизи от него одновременно содержатся тёплый восходящий воздух, связанный с осадками нисходящий воздух и сильно возмущённый воздух. Ниже облака нисходящее движение воздуха приводит к возникновению приземных ветров

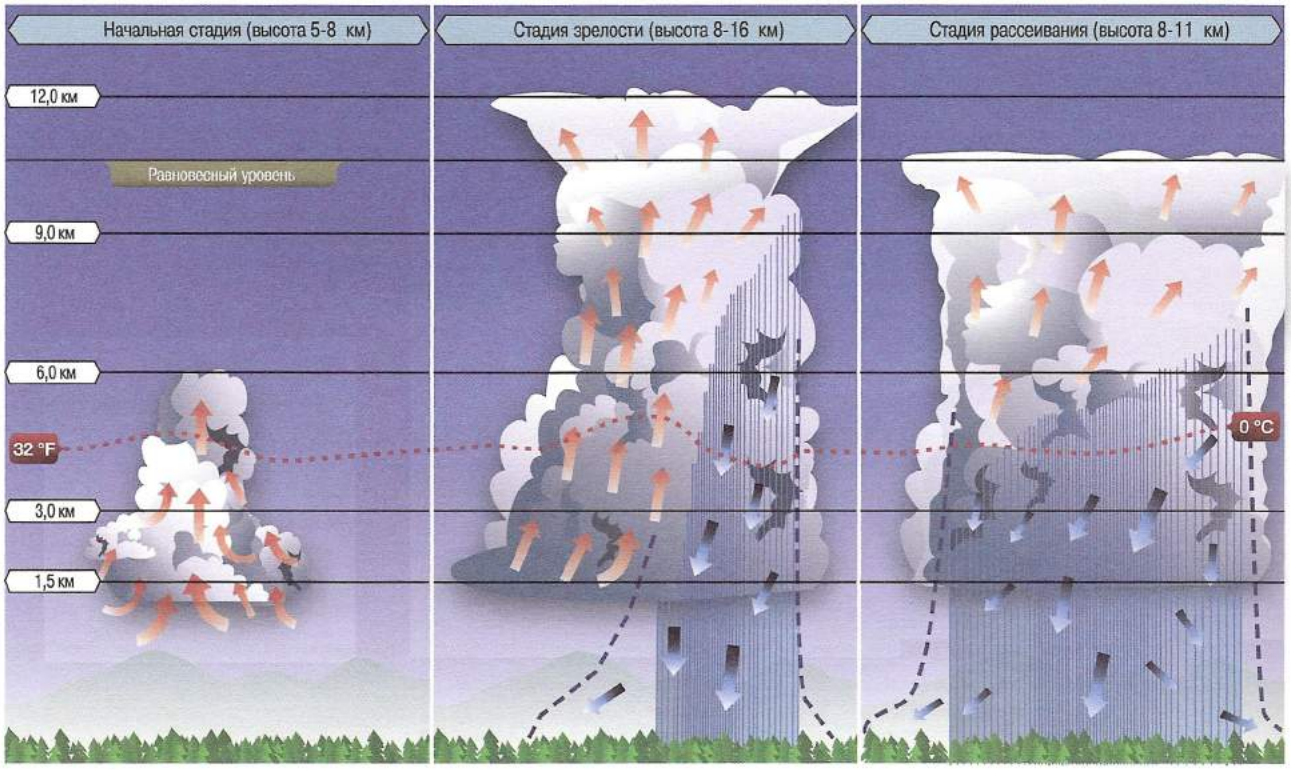


Рис. 11-23. Цикл развития грозы.

и падению температуры. Как только вертикальное движение у верхней границы облака замедляется, верхний слой облака растекается в стороны, приобретая характерную форму «наковальни». В этот момент гроза начинает рассеиваться, поскольку нисходящие потоки усиливаются и замещают восходящие, необходимые для её продолжения *(рис. 11-23)*.

Пролёт над грозой на лёгком ЛА невозможен. Верхняя кромка сильной грозы может располагаться выше тропопаузы и на некоторых широтах иногда достигает ошеломляющей высоты 15-20 км. Пролёт под грозой сопряжён с попаданием в зону дождя или града, сильных электрических разрядов и мощной турбулентности. Пилотам рекомендуется не приближаться к сильным или создающим значительное радиолокационное эхо грозам более чем на 40 км, поскольку зона дождя или града может быть на несколько километров шире, чем грозовой фронт. Если обойти грозу невозможно, лучше всего не подниматься в воздух до её окончания.

Основные типы облаков могут подразделяться на разновидности в зависимости от их внешнего вида и состава.

Ниже приведён перечень разновидностей облаков.

- Кучевые облака (Cumulus) — плотные с резко очерченными контурами, напоминающие холмы, купола, горы.
- Слоистые облака (Stratus) — однородный серый облачный слой.
- Перистые облака (Cirrus) — нити, гряды или полосы волокнистой структуры на высоте более 6 км.
- Башеннообразные облака (Castellanus) — с гладкой нижней границей и неровной верхней, напоминающие башни замка.
- Линзообразные облака (Lenticularus) — в форме линзы, образующиеся над горными массивами при сильном ветре.
- Дождевые облака (Nimbus) — облака, приносящие дождь.
- Разорванные облака (Fracto) — рваные, клочковатые.
- Высокие облака (Alto) — находящиеся на верхнем или среднем ярусе (от 1,5 км до 6 км над УЗП).

Нижняя кромка облачности

В авиации нижней кромкой облачности называют расстояние от земной поверхности до нижнего слоя облаков при значительной или сплошной облачности, а также вертикальную видимость при неблагоприятных условиях, например, при тумане или дымке. Облачность считается значительной, если от 5/8 до 7/8 неба покрыто облаками. Сплошная облачность

означает, что облаками покрыто всё небо. Актуальная информация о нижней кромке облачности поступает в регулярных авиационных сводках погоды (METAR) или от автоматических метеостанций различных типов.

Видимость

Видимость непосредственно связана с интенсивностью облачности и её нижней кромкой. Видимостью называют наибольшую горизонтальную дистанцию, на которой объекты достаточной величины могут быть видны невооружённым глазом. Актуальная информация о видимости также содержится в сводках METAR и других синоптических документах, а также предоставляется автоматическими метеостанциями. Пилоты получают информацию о видимости на основании метеопрогноза во время предполётного погодного инструктажа.

Осадки

Под осадками понимаются частицы воды в любом агрегатном состоянии, падающие на землю из атмосферы. Осадки оказывают существенное влияние на безопасность полётов. В зависимости от типа, осадки могут снижать видимость, вызывать обледенение ЛА, влиять на его взлётные и посадочные характеристики.

Причиной возникновения осадков является увеличение частиц воды или льда до размеров, при которых атмосфера уже не может их удержать. При падении на поверхность Земли осадки принимают различную форму, включая морось, дождь, ледяной дождь, град, снег и лёд.

Моросью называют дождь, состоящий из очень мелких капель воды — менее 0,5 мм в диаметре. Морось обычно возникает вместе с туманом или низкими слоистыми облаками. Обычный дождь состоит из более крупных капель воды, чем морось. Дождь, который испаряется, не достигая поверхности Земли, называется вирга. Переохлаждённый дождь и переохлаждённая морось возникают, когда температура земли ниже точки замерзания, и дождь превращается в лёд в момент контакта с поверхностью.

Если дождь сопровождается температурной инверсией, он может замёрзнуть при прохождении через нижележащие холодные слои воздуха. В этом случае он падает на землю в форме ледяной крупы. Ледяная крупа свидетельствует о температурной инверсии и о том, что на высоте идёт переохлаждённый дождь. Град представляет собой замёрзшие капли воды, которые поднимаются и опускаются вместе с воздушными потоками внутри облаков, набирая на себя влагу и постепенно увеличиваясь в размерах. Как только восходящие потоки больше не могут удержать замёрзшую воду, она падает на землю в форме града. Градины могут быть размером с горошину, а иногда достигают десяти и более сантиметров в диаметре — больше, чем теннисный мяч.

Снег — это влага в форме кристаллов льда, которые падают на землю равномерно или с переменной интенсивностью (например, при сильных снегопадах). Частицы снега могут различаться по размерам — от очень маленьких крупинок (зёрен) и до больших хлопьев. Снежные зёрна по размерам соответствуют каплям мороси.

Вне зависимости от типа осадков, они представляют угрозу для безопасности полётов. Осадки часто сопровождаются низкой кромкой облачности и снижением видимости. ЛА, поверхность которых покрыта льдом, снегом или инеем, перед полётом должны быть тщательно очищены, иначе это может быть чревато разрушением набегающего воздушного потока и падением подъёмной силы. Дождь может привести к попаданию воды в топливные баки. Осадки способны вызывать опасные ситуации на ВПП, затрудняя взлёт или посадку или даже делая их невозможными.

Воздушные массы

Воздушные массы классифицируют по регионам, в которых они образуются. Это большие объёмы воздуха, свойства которых определяются характеристиками окружающей её среды или области формирования. Область формирования — это территория, над которой воздух остаётся относительно малоподвижным (застойным) в течение нескольких дней или дольше. В течение периода застоя воздушная масса приобретает температурные и влажностные характеристики области её формирования. Зоны застоя атмосферы находятся в полярных регионах, в тропических районах океана и над пустынями. Воздушные массы обычно подразделяют на полярные и тропические (на основании температурных характеристик) и морские и континентальные (на основе содержания влаги).

Континентальная полярная воздушная масса формируется над полярным регионом и приносит с собой холодный и сухой воздух. Морские тропические воздушные массы формируются над тёплыми тропическими водами (например, в Карибском море) и приносят тёплый и влажный воздух. Когда воздушная масса покидает область формирования и проходит над поверхностью земли или воды, она приобретает свойства находящейся под ней территории, и это меняет природу воздушной массы *(рис. 11-24)*.

Воздушная масса, проходящая над более тёплой поверхностью, нагревается в своих нижних слоях, и это

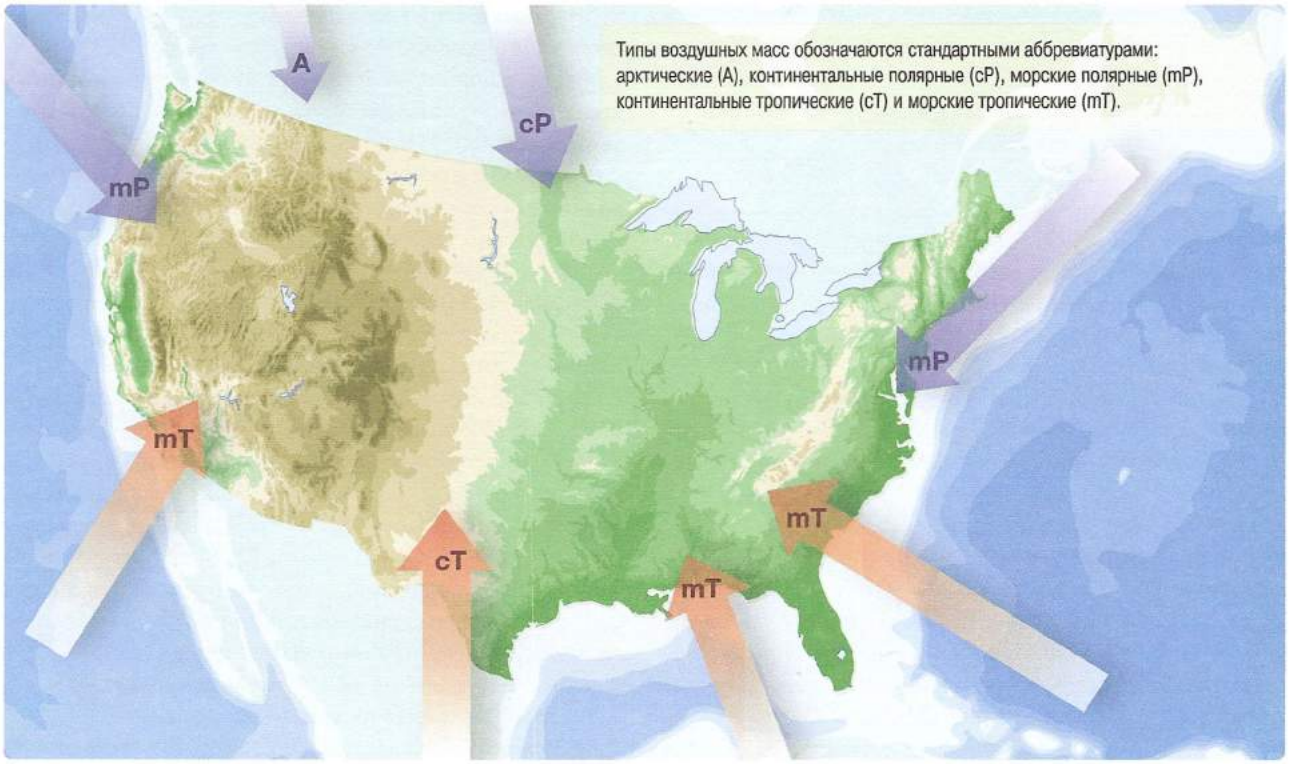


Рис. 11-24. Области формирования воздушных масс в Северной Америке.

создаёт конвективные потоки, несущие воздух вверх. Так возникает нестабильная воздушная масса с хорошей видимостью в приземном слое. Влажный возмущённый воздух вызывает образование кучевых облаков, ливни и турбулентности атмосферы.

И наоборот, в воздушной массе, проходящей над более холодной поверхностью, не образуются конвективные потоки, и возникает невозмущённая воздушная масса с низкой приземной видимостью. Плохая видимость объясняется тем, что пыль, дым и другие частицы не могут подняться в верхние слои воздуха и остаются вблизи поверхности земли. Невозмущённая воздушная масса вызывает образование низких слоистых облаков и тумана.

Атмосферные фронты

Перемещаясь над поверхностью земли или воды, воздушная масса рано или поздно встречается с другой воздушной массой, обладающей иными характеристиками. Граничный слой между воздушными массами двух типов называется атмосферным фронтом. Приближающийся атмосферный фронт любого типа всегда несёт с собой изменения погодных условий.

Существует четыре типа атмосферных фронтов, которые имеют названия в соответствии с температурой приходящего воздуха относительно температуры замещаемого воздуха *(рис. 11-25)*:

- тёплый;
- холодный;
- стационарный;
- окклюдированный.

При любом обсуждении фронтальных систем следует помнить, что двух одинаковых атмосферных фронтов не бывает. Однако, обобщённые погодные условия, которые связаны с тем или иным атмосферным фронтом, помогают отнести его к одному из типов.

Тёплый фронт

Тёплый фронт возникает, когда холодный воздух замещается более тёплой воздушной массой. Тёплые фронты движутся медленно, обычно со скоростью от 15 до 40 км/ч. При движении клин тёплого фронта «наползает» на слой более холодного воздуха и постепенно вытесняет его. Нагретый воздух, который содержат тёплые фронты, часто имеет очень высокую влажность. Когда тёплый воздух движется вверх, его температура падает, и начинается конденсация.

Обычно перед прохождением тёплого фронта вдоль его передней границы образуются перистые или слоистые облака, а также туман. В летнее время возможно образование кучево-дождевых облаков (гроз). Можно ожидать выпадения осадков (лёгких или умеренных) в форме дождя (в том числе, со снегом или градом),

Символы, обозначающие приземные атмосферные фронты и другие типы линий, присутствующие на картах анализа поверхности

*Примечание. В зависимости от области формирования атмосферные фронты могут изображаться белым, черным или другими цветами. Фронты, выделенные цветом, не всегда обозначаются символами.

Рис. 11-25. Условные обозначения, использующиеся для указания расположения атмосферных фронтов на синоптических картах.

снега или мороси, что сопровождается снижением видимости. Ветры обычно дуют с юго-юго-востока, устанавливается прохладная или холодная погода, а точка росы поднимается. Далее, по мере приближения тёплого фронта, барометрическое давление продолжает падать, пока фронт полностью не покинет территорию.

Во время прохождения тёплого фронта образуются слоистые облака и возможно выпадение осадков в форме мороси. Видимость обычно низкая, но при смене направления ветра может улучшиться. С притоком относительно тёплого воздуха температура начинает расти. Точка росы чаще всего остаётся неизменной, а давление стабилизируется.

После прохождения тёплого фронта преобладают слоисто-кучевые облака, возможны ливни. Видимость постепенно повышается, но туман может в течение некоторого времени сохраняться. Направление ветра обычно юго-юго-восточное. В условиях тёплой погоды точка росы поднимается и затем стабилизируется. Барометрическое давление обычно немного поднимается, а затем начинает опускаться.

Полёт навстречу приближающемуся тёплому фронту

Зная общие принципы возникновения и развития тёплых фронтов, можно судить о том, какие атмосферные условия следует ожидать при встрече с таким фронтом во время полёта. На *рис. 11-26* показан тёплый фронт, движущийся в восточном направлении от города Сент-Луис, штат Миссури, к Питтсбургу, штат Пенсильвания (США).

Во время вылета из Питтсбурга погодные условия там простые согласно правилам визуальных полётов (ПВП), с незначительной перистой облачностью на высоте 15 000 футов. По мере движения на запад (по направлению к городу Коламбус) и приближения к надвигающемуся тёплому фронту облачность становится более интенсивной, облака, судя по виду, слоистые с нижней кромкой на уровне 6000 футов. Видимость снижается примерно до 6 миль с лёгким туманом, барометрическое давление падает. При приближении к Индианаполису погода ещё более ухудшается, нижняя кромка рваных облаков опускается до 2000 футов, видимость падает до 3 миль и начинается дождь. Температура и точка росы остаются неизменными, поэтому возможно образование тумана. Над Сент-Луисом небо затянуто низкими облаками с моросью, видимость не более 1 мили. Дальше Индианаполиса нижняя кромка облачности и видимость не позволяют вести визуальное пилотирование. Поэтому будет разумным оставаться в Индианаполисе до полного ухода тёплого фронта, на что может потребоваться 1-2 дня.

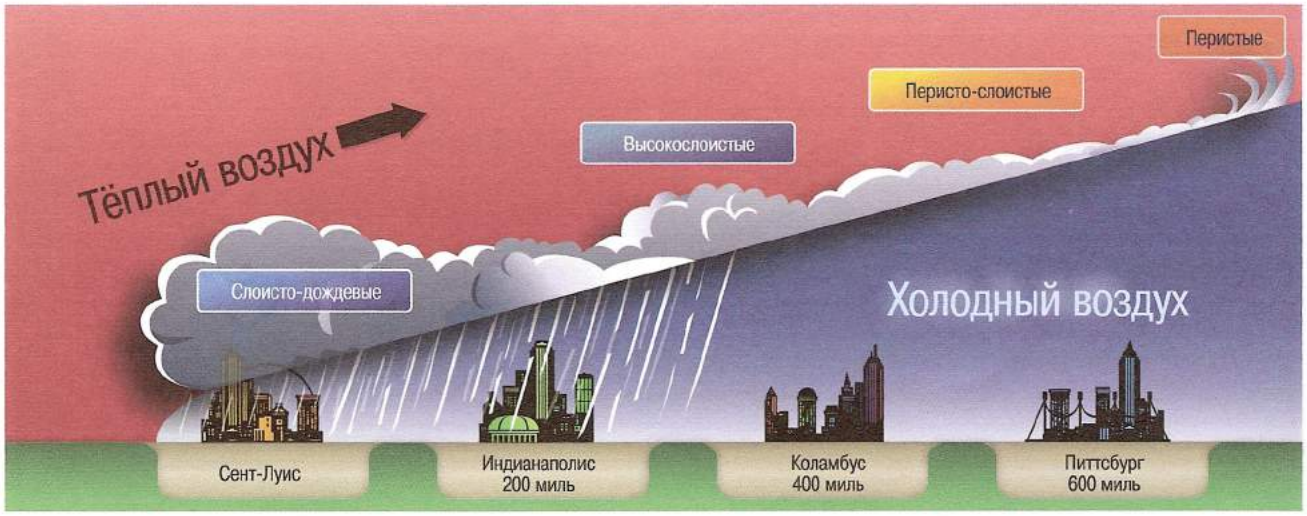
Холодный фронт

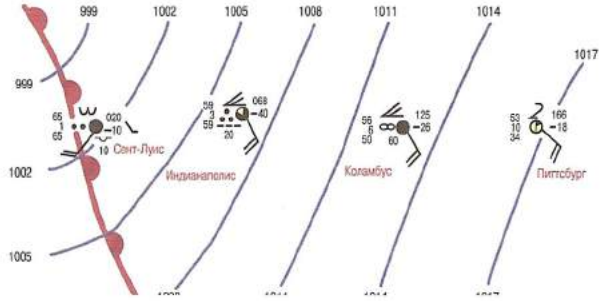
Холодный фронт возникает, когда масса холодного, плотного и невозмущённого воздуха в процессе своего движения замещает более тёплый воздух.

Холодные фронты движутся быстрее тёплых — со скоростью от 40 до 50 км/ч. Очень холодные фронты иногда могут двигаться со скоростью до 100 км/ч. Свойства и ход развития холодных и тёплых фронтов обычно прямо противоположны. Воздух, содержащийся в холодном фронте, настолько плотный, что он остаётся вблизи поверхности и действует как плуг, продвигаясь под слой более тёплого воздуха и вытесняя его вверх. Восходящий воздух вызывает резкое падение температуры и приводит к образованию облаков. Тип формирующейся облачности зависит от возмущённости тёплой воздушной массы. В северном полушарии холодные фронты обычно ориентированы с северо-востока на юго-запад и могут иметь протяжённость в несколько сотен километров, охватывая значительные территории.

Перед прохождением холодного фронта облачность обычно бывает перистой или башенообразной кучевой, иногда возможно образование кучево-дождевых облаков. Быстрое образование облаков вызывает ливни и лёгкий туман. Юго-юго-западный ветер уносит тёплый воздух, который замещается более холодным. На скорое приближение холодного фронта указывают высокая точка росы и падение барометрического давления.

После прохождения холодного фронта башенообразные кучевые или кучево-дождевые облака остаются преобладающими на небе. При достаточной мощности холодного фронта возможны сильные ливни, сопровождающиеся молниями, громом и/или градом. Наиболее сильные холодные фронты способны вызвать торнадо. Во время прохождения холодного фронта





METAR	KSTL OVC010	1950Z	21018KT 18/18	1SM A2960	–RA
METAR	KIND BKN020	1950Z	16012KT 15/15	3SM A2973	RA
METAR	KCMH OVC060	1950Z	13018KT 14/10	6SM A2990	HZ
METAR	KPIT SCT150	1950Z	13012KT 12/01	10SM A3002	

Рис. 11-26. Поперечное сечение тёплого фронта, приземная карта погоды и сводка METAR.

видимость остаётся низкой, с переменным и порывистым ветром, а температура и точка росы быстро падают. Барометрическое давление достигает минимума, а затем начинает постепенно повышаться.

После прохождения фронта башеннообразные кучевые и кучево-дождевые облака начинают рассеиваться, уступая место обычным кучевым облакам. Это приводит к прекращению осадков. Направление ветра меняется на западно-северо-западное, и видимость постепенно улучшается. Температура остаётся относительно низкой, а барометрическое давление продолжает расти.

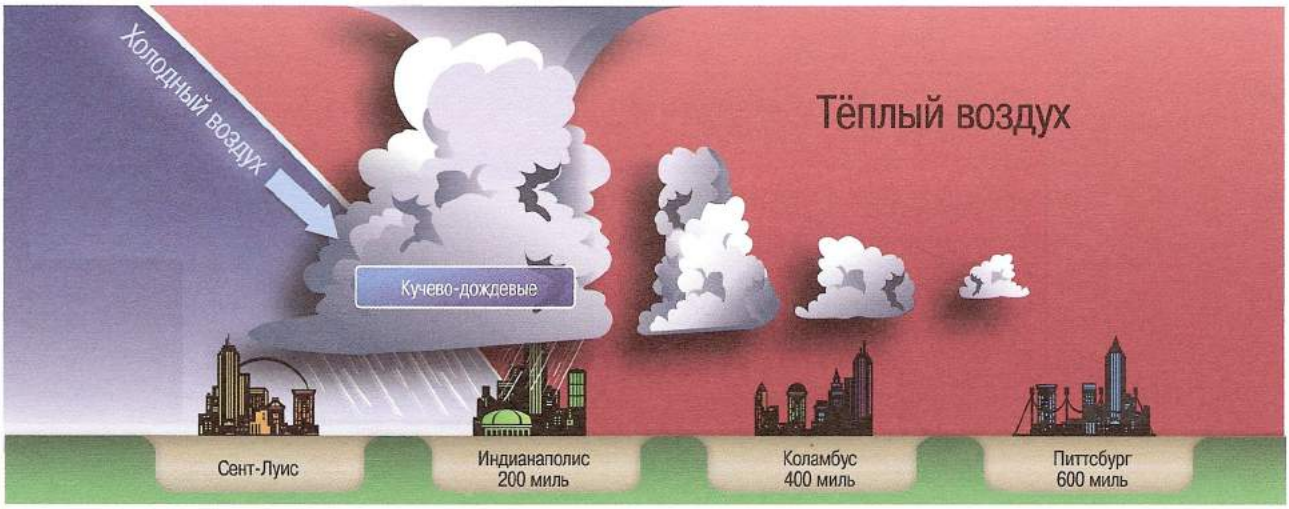
Быстро движущийся холодный фронт

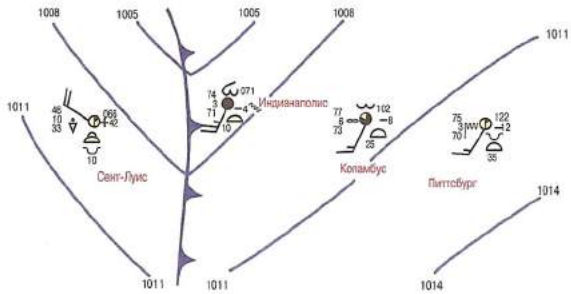
Быстро движущиеся холодные фронты приводятся в движение барическими системами, располагающимися на значительном удалении от самого фронта. Трение между земной поверхностью и воздушной массой холодного фронта замедляет его движение и увеличивает угол наклона фронтального клина. Результатом становится очень узкая полоса погоды, расположенная у переднего края фронта. Если вытесняемый холодным фронтом тёплый воздух относительно стабилен, на некотором расстоянии перед фронтом может возникать сплошная облачность с дождями. Если тёплый воздух находится в возмущённом состоянии, возможны грозы и ливни. Вдоль фронта или перед ним может возникать узкая грозовая зона, называемая шкваловой линией. Шкваловые линии представляют серьёзную угрозу для пилота, поскольку грозы в этих зонах очень интенсивны и движутся с высокой скоростью. Быстро движущийся холодный фронт обычно оставляет за собой чистое небо, порывистые турбулентные ветра и низкую температуру.

Полёт навстречу приближающемуся холодному фронту

Как и в случае тёплых фронтов, все холодные фронты отличаются друг от друга. Зная о приближении холодного фронта, пилот может прогнозировать погодные условия, которые могут встретиться во время полёта. На *рис. 11-27* показан полёт из Питтсбурга, штат Пенсильвания, в Сент-Луис, штат Миссури.

Во время вылета из Питтсбурга погодные условия соответствуют правилам визуальных полётов (ПВП), видимость в тумане 3 мили, нижняя кромка рваной облачности 3500 футов. По мере движения на запад, по





METAR	KSTL SCT010	1950Z	30018KT 08/02	10SM A2979	
METAR	KIND OVC010	1950Z	20024KT 24/23	3SM A2974	+TSRA
METAR	KCMH BKN025	1950Z	20012KT 25/24	6SM A2983	HZ
METAR	KPIT SCT035	1950Z	20012KT 24/22	3SM A2989	FU

Рис. 11-27. Поперечное сечение холодного фронта, приземная карта погоды и сводка METAR.

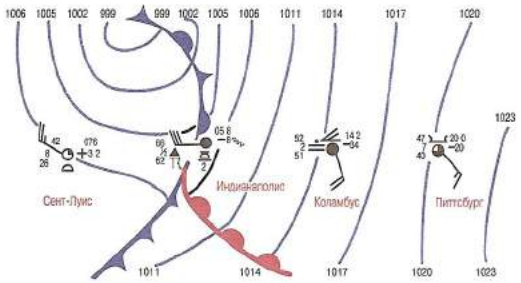
направлению к Коламбусу и приближающемуся северному фронту, начинается вертикальное развитие облачности, и нижняя кромка опускается до 2500 футов. Видимость 6 миль в дымке, барометрическое давление падает. По мере приближения к Индианаполису погода ухудшается, облачность становится сплошной с нижней кромкой 1000 футов, видимость падает до 3 миль, начинаются грозы с сильными ливнями. У Сент-Луиса погода несколько улучшается, рваная облачность с нижней кромкой 1000 футов, видимость 10 миль.

Для разумного пилота наилучшим решением будет оставаться в Индианаполисе до тех пор, пока холодный фронт окончательно не пройдёт. Попытка пролететь ниже грозовой зоны или шкваловой линии сопряжена с серьёзной опасностью, а пролёт над грозой или в стороне от неё невозможен. Протяжённость шкваловой линии может достигать от 500 до 800 км, что существенно превышает возможности лёгких самолётов.

Сравнение холодных и тёплых фронтов

Тёплые и холодные фронты по природе очень различны. Соответственно, различаются и опасности, связанные с фронтами того или другого типа. Скорость, внутренний состав и погодные явления, связанные с тем или иным фронтом, варьируются в очень широком диапазоне. Холодные фронты движутся со скоростью 30-55 км/ч, что значительно превышает скорость перемещения тёплых фронтов, которая составляет от 15 до 40 км/ч. Угол наклона фронтального клина у холодных фронтов больше, чем у тёплых. Холодные фронты обычно приносят с собой опасные погодные условия, которые возникают непосредственно у передней границы фронта, а не на расстоянии от неё. Однако в летнее время шкваловые линии могут образовываться впереди мощных холодных фронтов на расстоянии более 300 км от них. Тёплые фронты обычно связаны с низкой кромкой облачности, плохой видимостью и дождём, а холодные приносят с собой внезапные грозы, порывистый ветер, турбулентности, а иногда град или торнадо.

Быстрые холодные фронты приходят внезапно и могут полностью изменить погодные условия всего за несколько часов. После их прохождения погода быстро улучшается, преобладает сухой воздух, видимость не ограничена. И напротив, о приближении тёплых фронтов всегда известно заранее, иногда за несколько дней.



METAR	KSTL SCT035	1950Z	31023G40KT 05/M03	8SM A2976	
METAR	KIND VV005	1950Z	29028G45KT 18/16	1/2SM A2970	TSRAGR
METAR	KCMH OVC080	1950Z	16017KT 11/10	2SM A2970	BR
METAR	KPIT BKN130	1950Z	13012KT 08/04	75SM A3012	

Рис. 11-28. Поперечное сечение окклюдированного фронта, приземная карта погоды и сводка METAR.

Сдвиг ветра

Вокруг областей высокого давления ветер отклоняется в направлении по часовой стрелке, а вокруг областей низкого давления — против часовой стрелки. Когда две воздушные массы располагаются рядом друг с другом, в точке их соприкосновения ветры дуют практически в противоположных направлениях. Атмосферные фронты являются границами между воздушными массами с разным давлением, поэтому сдвиг ветра обычно происходит внутри фронта. Смена направления ветра наиболее характерна для холодных фронтов.

Стационарный фронт

Когда мощности двух воздушных масс примерно одинаковы, граница (фронт) между ними остаётся стабильным и оказывает влияние на местные погодные условия в течение нескольких дней. Такой фронт называется стационарным. Со стационарными фронтами связана погода, которая является смесью метеоусловий, характерных для тёплых и холодных фронтов.

Окклюдированный фронт

Окклюдированный фронт возникает, когда быстро движущийся холодный фронт пересекается с медленным тёплым. По мере приближения окклюдированного фронта на какое-то время преобладающей становится тёплая погода, но сразу за ней следует погода холодного фронта. Существует два типа окклюдированных фронтов. Тип фронта, а также приносимая им погода в значительной степени зависят от температур столкнувшихся масс воздуха. Окклюзия холодного фронта происходит, когда температура быстро движущегося холодного фронта ниже, чем температура воздуха перед медленным тёплым фронтом. В этом случае холодный воздух замещает собой прохладный и толкает тёплый фронт вверх. Окклюзия холодного фронта обычно приносит с собой смешанную погоду и оставляет воздух относительно невозмущённым. Окклюзия тёплого фронта происходит, когда воздух перед тёплым фронтом имеет более низкую температуру, чем воздух холодного фронта. В этом случае холодный фронт надвигается на тёплый сверху. Если воздух, вытесняемый вверх окклюзией тёплого фронта, возмущён, погодные условия становятся более суровыми, чем при окклюзии холодного фронта. Возможно возникновение гроз, дождей и тумана.

На *рис. 11-28* изображено поперечное сечение типовой окклюзии холодного фронта. Тёплый фронт нависает над преобладающим холодным воздухом, создавая погоду, характерную для тёплых фронтов. Перед прохождением окклюдированного фронта на небе

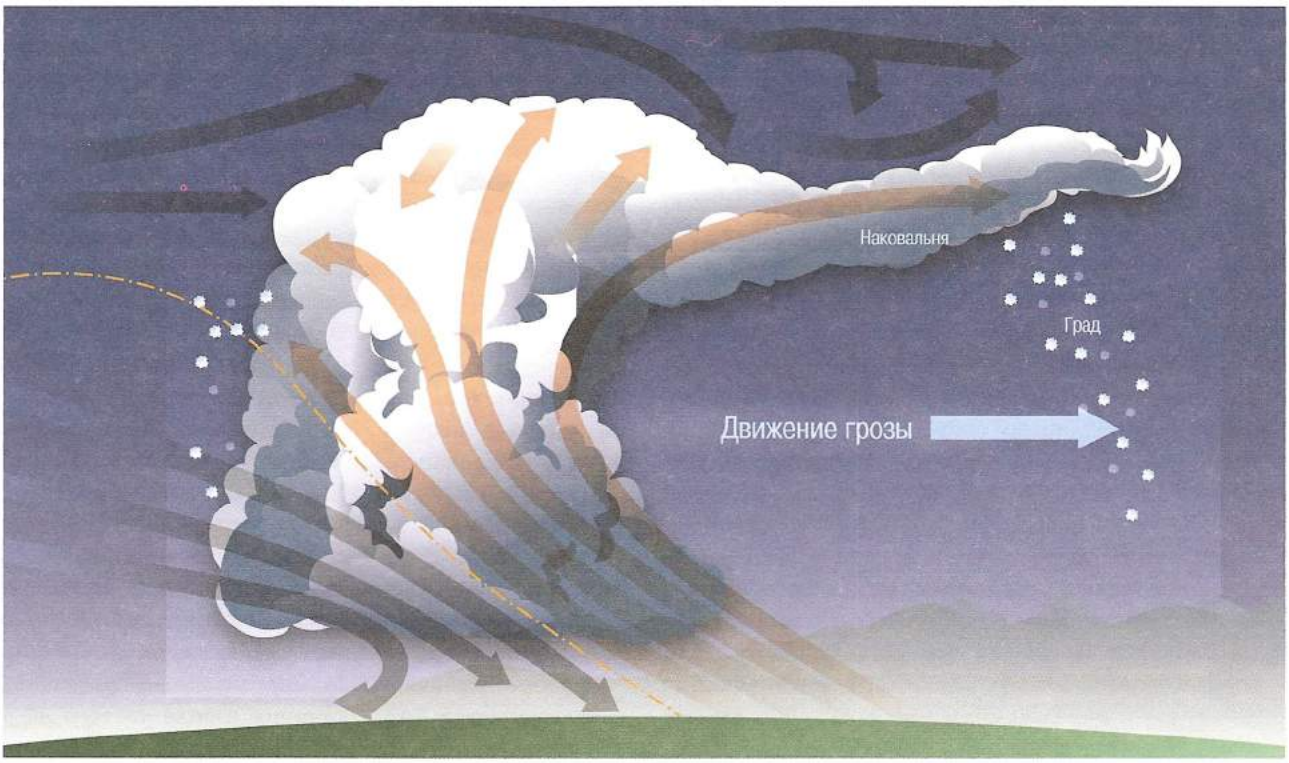


Рис. 11-29. Движение воздушных потоков и турбулентность во время зрелой грозы.

обычно возникают перистые и слоистые облака, выпадают лёгкие или умеренные осадки, видимость низкая, точка росы стабильна, а барометрическое давление падает. Во время прохождения фронта на небе преобладают слоисто-дождевые и кучево-дождевые облака, а иногда башеннообразные кучевые. Осадки могут быть сильными, видимость низкая, ветер переменный, барометрическое давление стабилизируется. После прохождения фронта на небе появляются слоисто-дождевые и высокослоистые облака, осадки прекращаются, видимость улучшается.

Грозы

Для того, чтобы гроза могла сформироваться, воздух должен содержать достаточное количество водяного пара, вертикальный градиент должен быть нестабильным, а также необходимо наличие в атмосфере восходящих воздушных потоков. В возмущённом воздухе грозы иногда возникают спонтанно, продолжаются всего один-два часа и сопровождаются умеренными порывами ветра и дождём. Такие грозы, называемые внутримассовыми, обычно являются результатом нагрева поверхности Земли. Причиной возникновения стационарных гроз обычно становятся погодные условия. Их порождают атмосферные фронты, сталкивающиеся ветра и барические ложбины, вызывающие движение воздуха вверх. Такие грозы часто выстраиваются в шкваловые линии. В зрелой фазе развития восходящие потоки становятся интенсивнее и сохраняются гораздо дольше, чем при внутримассовых грозах, отсюда и название «стационарные грозы» *(рис. 11-29)*.

Для обеспечения безопасности полётов чрезвычайно важно хорошо знать типы гроз и связанные с ними опасности.

Опасности

Погода может нести серьёзные угрозы безопасности полёта, и большинство этих угроз так или иначе связано с грозами. Опасные погодные условия возникают по одному или в различных комбинациях. Последний вариант наиболее характерен для шкваловых линий.

Шкваловые линии

Шкваловая линия представляет собой узкую полосу активных гроз. Она часто возникает на границе холодного фронта или перед ней, во влажном возмущённом воздухе, но может возникать и вне связи с каким-либо фронтом. Шкваловая линия может быть слишком длинной, чтобы её можно было облететь, и слишком широкой и опасной — для пролёта сквозь неё. Шкваловые линии часто содержат стационарные

грозы и представляют собой наибольшую угрозу, которую погодные условия в принципе могут создать для ЛА. Обычно они формируются очень быстро, достигая максимальной интенсивности днём или с наступлением сумерек.

Торнадо

Во время сильных гроз воздух устремляется к нижней кромке облачности с большой скоростью. Если этому воздуху придано некоторое начальное вращение, он часто образует воронку очень высокой плотности, поднимающуюся от земной поверхности к облакам. Метеорологи оценивают скорость ветра в такой воронке как превышающую 350 км/ч, притом, что давление внутри воронки достаточно низкое. Сильный ветер собирает с поверхности пыль и обломки, а низкое давление создаёт колоколообразное облако, располагающееся ниже кромки облачности. Если облако не достигает поверхности земли, его называют воронкообразным облаком; если оно касается земли, это смерч.

Торнадо возникают как в изолированных грозовых облаках, так и в шкваловых линиях. Атмосферные условия, связанные с сильной турбулентностью, благоприятны для возникновения торнадо. Попадание ЛА в воронку торнадо почти неизбежно ведёт к его структурному разрушению. Поскольку воронка поднимается значительно выше нижней кромки облачности, при попадании в сильную грозу пилот в любой момент может встретиться со скрытой в облаках воронкой.

Торнадо могут образовываться в ответвлениях основного облака, отстоящих от основной области осадков и атмосферных разрядов на несколько километров. Поэтому любое облако, примыкающее к сильной грозе, несёт в себе угрозу безопасности полёта.

Турбулентность

Любая гроза вызывает турбулентность, которая может быть потенциально опасной для ЛА, а очень сильная гроза способна полностью его разрушить. Наиболее интенсивная турбулентность в облачном слое возникает при срыве ветра между восходящим и нисходящим воздушными потоками. Известны случаи сильных гроз, когда турбулентность срыва ощущалась на высоте нескольких сотен метров над грозовым облаком и более чем в 30 км в сторо не от него. В зоне сдвига, связанной с фронтом порывов ветра, возникает сильная приземная турбулентность. Часто на переднем крае грозы возникает облако цилиндрической формы, так называемый «шкваловый ворот», которое указывает на верхний рубеж сдвига и содержит особенно сильную турбулентность. Фронт порывов ветра часто удаляется на значительное расстояние (до 25 км) от зоны осадков. Этот фронт вызывает быстрое и резкое изменение приземного ветра в области, предшествующей приближающейся грозе. Подробное изложение опасных ситуаций, связанных с фронтом порывов ветра, содержится в информационном циркуляре 00-50А, «Сдвиг ветра в приземном слое». На *рис. 1* циркуляра показано схематическое поперечное сечение грозы с областями за пределами облаков, где можно встретить турбулентность.

Обледенение

Восходящие воздушные потоки, обеспечивающие развитие грозы, несут с собой значительное количество воды в виде капель достаточно большого размера. Пересекая границу замерзания, эта вода становится переохлаждённой. Когда температура восходящего потока падает до -15 °С, практически весь оставшийся в воздухе водяной пар сублимируется в кристаллы льда. Выше этого уровня, где ещё холоднее, количество переохлаждённой воды начинает уменьшаться.

Переохлаждённая вода замерзает в момент контакта с поверхностью ЛА. Отложения в виде чистого льда могут возникнуть на любой высоте над границей замерзания, но на больших высотах из-за малого размера капель переохлаждённой воды обледенение может принимать форму измороси или смеси измороси и чистого льда. Избыток больших капель переохлаждённой воды в температурной зоне между 0 ° и -15 °С приводит к очень быстрому обледенению чистым льдом, а в случае многоячейковых кластерных гроз возможны множественные столкновения с частицами льда. Грозовое обледенение особенно опасно для ЛА.

Гроза не является обязательным условием для возникновения обледенения. Пилоты должны быть готовы к обледенению всякий раз, когда температура наружного воздуха опускается до 0 °С, а влажность достаточно высока.

Град

Наряду с турбулентностью, град является наиболее опасным для ЛА атмосферным явлением при грозе. Оказавшись выше границы замерзания, капли переохлаждённой воды начинают превращаться в лёд. При этом они сталкиваются и смерзаются друг с другом. В результате размер градин увеличивается, и иногда они превращаются в огромные ледяные шары. Крупный град обычно сопровождает сильные грозы с мощными восходящими потоками, которые достигают большой высоты. В конце концов, воздух оказывается не в состоянии удержать градины, и они падают на землю — иногда на значительном расстоянии от

центра грозы. Град может начаться в условиях совершенно чистого воздуха в нескольких километрах от грозового облака.

Если градины движутся сквозь область атмосферы, где температура выше нуля, они начинают таять и иногда достигают земли в форме дождя с градом. Дождь в приземном слое часто сопровождается градом на высоте. Града следует ожидать во время любой грозы, особенно в зоне под большим кучево-дождевым облаком с «наковальней». Градины диаметром более 1,3 см могут всего за несколько секунд нанести ЛА серьёзные повреждения.

Нижняя кромка облачности и видимость

Внутри грозового облака видимость обычно бывает нулевой. Ниже облака видимость также может быть ограниченной из-за поднявшейся в воздух пыли и осадков. Плохая видимость при грозе несёт те же угрозы, что и в других случаях; однако гроза увеличивает опасность, поскольку, помимо ограничения видимости, она вызывает турбулентность, град и грозовые разряды.

Влияние грозы на высотомер

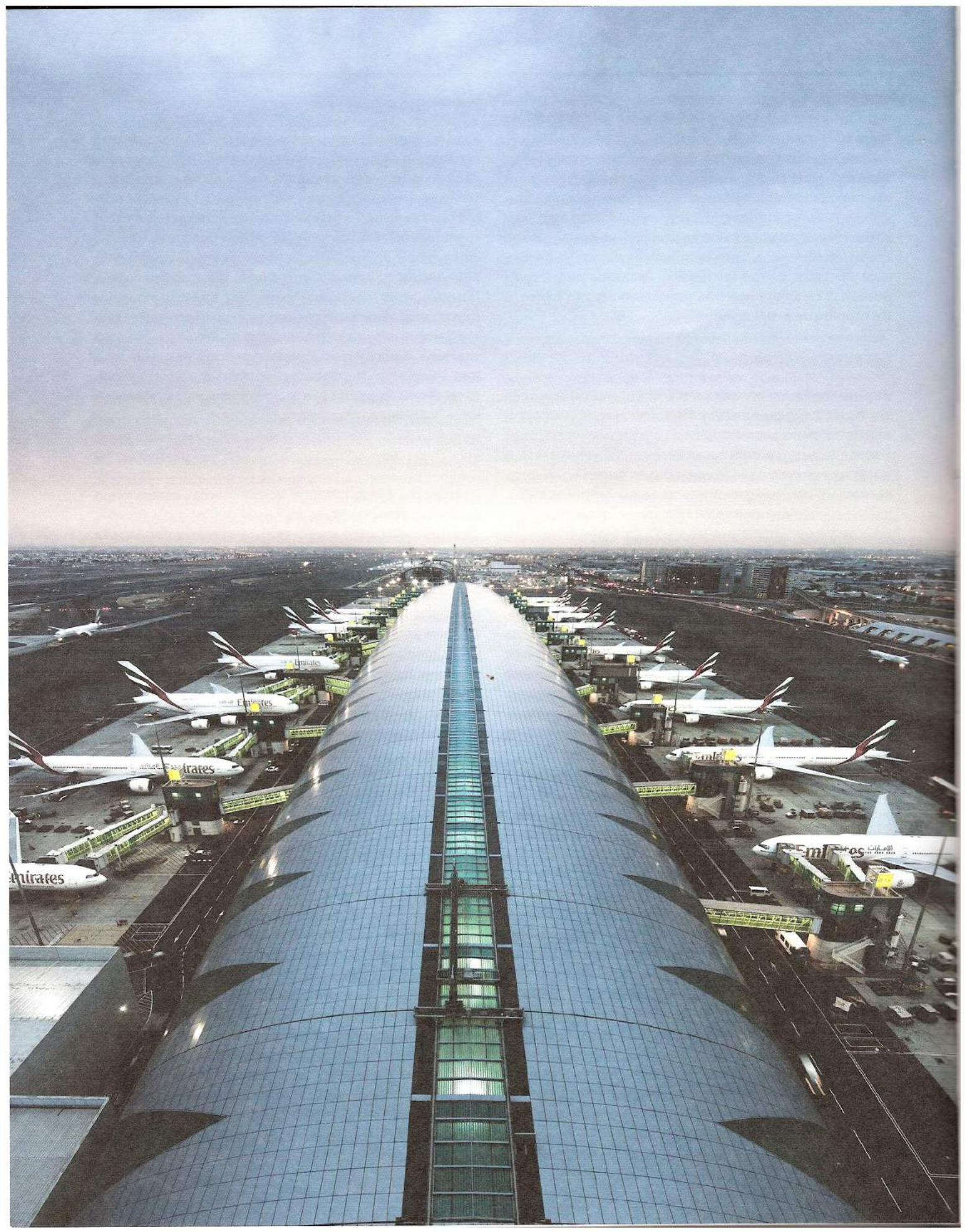
При приближении грозы давление обычно стремительно падает, затем резко повышается при первых порывах ветра и возникновении холодных нисходящих потоков и сильного ливня, а потом снова возвращается в норму, когда гроза проходит. Этот цикл изменений давления может длиться всего 15 минут. Если установки высотомера не будут скорректированы, индикаторная высота может отличаться от фактической на 30 м и более.

Молнии

Удар молнии может пробить обшивку ЛА и повредить проводку и электронное навигационное оборудование. Хотя теоретически молния может воспламенить пары топлива и вызвать взрыв, молнии редко вызывают серьёзные аварии. Разряд молнии, происшедший в непосредственной близости от ЛА, может ослепить пилота, на короткое время лишив его возможности управлять воздушным судном как визуально, так и по приборам. Помимо этого, такой разряд может вывести из строя магнитный компас. Грозовые разряды (даже отдалённые) могут нарушить радиосвязь на низких и средних частотах. Хотя интенсивность и частота разрядов молнии напрямую не связаны с другими характеристиками грозы, сильные грозы, как правило, сопровождаются частыми разрядами.

Всасывание воды двигателем

Количество воды, которое может всосать газотурбинный двигатель, не теряя при этом работоспособности, ограничено. Гроза часто сопровождается сильными восходящими потоками, особенно в ранних стадиях её развития. Если скорость восходящего потока приближается к установившейся скорости капель воды или превышает её, в воздухе может возникнуть очень высокая концентрация воды. Существует вероятность, что в двигатель попадёт большее количество воды, чем это допустимо. Таким образом, при сильных грозах могут образовываться области с высокой концентрацией воды в атмосфере, попадание в которые может привести к воспламенению и/или структурному разрушению одного или нескольких двигателей ЛА.


Emirates

ГЛАВА 12

Авиационные метеорологические службы

Обеспечение авиаторов метеорологической информацией в США осуществляют совместно Национальная метеорологическая служба (National Weather Service, NWS), Федеральное управление гражданской авиации (Federal Aviation Administration, FAA), Министерство обороны, а также другие авиационные организации и частные лица. Поскольку информация о погоде может оказаться необходимой в любой точке мира, иностранные метеорологические организации также оказывают содействие в её предоставлении.

Комплексная система метеорологических служб, государственных и независимых синоптических организаций обеспечивает пилотов своевременной и подробной информацией о погодных режимах, тенденциях и явлениях по всей территории страны. Эти прогнозы позволяют пилотам принимать информированные решения перед полётом и во время него.

Наблюдения

В основе всех прогнозов погоды лежат данные, получаемые посредством наземных и высотных метеорологических наблюдений. Существует четыре типа метеонаблюдений: наземные, высотные, радиолокационные и спутниковые.

Наземные авиационные метеонаблюдения

Наземные авиационные метеонаблюдения (METAR) представляют собой метеорологический код для передачи сводок о текущих погодных условиях в различных точках территории страны. Непрерывное поступление текущей информации о погоде обеспечивается сетью государственных и частных метеостанций. Современные автоматизированные метеорологические комплексы, такие как автоматические системы наблюдения за погодой (AWOS), автоматические системы наземного наблюдения (ASOS), центры управления воздушным движением на авиалиниях (ARTCC) и другие автоматические средства также играют очень важную роль в сборе наземной синоптической информации.

Наземные наблюдения позволяют получить данные о погодных условиях и другую информацию в радиусе 8 км вокруг конкретного аэропорта. Информация включает в себя тип метеорологического отчёта, код аэропорта, дату и время, модификатор (если требуется), параметры ветра, видимость, дальность видимости на ВПП (RVR), наличие погодных явлений, состояние неба, температуру и точку росы, установки высотомера и необходимые примечания. Данные могут поступать от частного лица, автоматической станции или от автоматической станции с обработкой и дополнениями синоптика. Вне зависимости от формы предоставления, наземные наблюдения обеспечивают пилотов важнейшей информацией о погодных условиях вблизи аэропортов по всей стране. Хотя каждый отчёт содержит информацию лишь о небольшом участке территории, пилот, получающий данные нескольких метеостанций одновременно, может получить представления о погодных условиях на достаточно широком участке земной поверхности в районе конкретного аэропорта.

Центр управления воздушным движением на авиационных линиях (ARTCC)

Функцией комплексов ARTCC является разграничение воздушного пространства маршрутных рейсов в условиях ППП. Центральные радиолокаторы (авиационные радиолокаторы кругового обзора, ARSR) обнаруживают и принимают сигналы транспондеров ЛА (самолётных ответчиков, СО), действуя по тому же принципу, что и аэродромные РЛС.

РЛС кругового обзора более старых моделей могли отображать только области слабых и умеренных осадков. Поскольку более сильные осадки на экранах радаров не отображались, пилотам приходилось проявлять особую осторожность в районах с умеренными осадками. На экранах современных радаров погода отображается в виде трёх оттенков голубого цвета. Операторы РЛС могут выбирать, осадки какой интенсивности должны отображаться на экране. При отображении погодных условий высокой интенсивности операторы теряют возможность видеть на экранах блоки данных ЛА, поэтому пилотам не следует ожидать, что специалисты службы УВД будут непрерывно отслеживать погоду на своих дисплеях.

Наблюдения за верхними слоями атмосферы

Метеорологические наблюдения в верхних слоях атмосферы — процесс значительно более сложный, чем наземные наблюдения. Информация о погодных явлениях в верхних слоях атмосферы может быть получена двумя способами: с помощью радиозондов и посредством метеорологических сводок пилотов (PIREP). Радиозонд представляет собой небольшой комплекс измерительных приборов кубической формы, который прикреплён к аэростату, наполненному гелием или водородом. Шар обычно имеет диаметр 6 футов (1,8 м). Выпущенный в атмосферу, такой аэростат поднимается вверх со скоростью примерно 5 м/с. В процессе подъёма приборы регистрируют различные метеорологические параметры: температуру, давление, скорость и направление ветра. Собранная информация по радиосвязи передаётся на компьютер наземной станции.

Аэростат может находиться в воздухе до 2 часов и более, подниматься на высоту до 35 км и дрейфовать на расстояния до 200 км от места запуска. В ходе полёта температура воздуха за бортом радиозонда опускается до –90 °С, а давление окружающего воздуха падает в сотни раз по сравнению с давлением на уровне моря.

Поскольку по мере подъёма радиозонда атмосферное давление вокруг него падает, шар постепенно расширяется, пока материал его оболочки не достигнет предела своей эластичности. Это происходит, когда диаметр шара превысит 20 футов (6 м). В этот момент шар лопается, и радиозонд падает на землю. Автоматически открывающийся парашют замедляет падение, защищая людей и объекты на земле от повреждений при столкновении с зондом. Каждый год в атмосферу выпускается более 75 тысяч аэростатов. 80% из них безвозвратно теряется, остальные удаётся обнаружить и использовать повторно. На боковой поверхности каждого радиозонда нанесена информация о том, куда и каким образом его необходимо вернуть.

Важным источником информации о погодных условиях в верхних слоях атмосферы являются также пилоты ЛА. Только они могут в режиме реального времени передавать данные о зонах турбулентности, обледенении и высоте облачного слоя. Эта информация собирается и передаётся ими непосредственно в ходе полёта. Метеорологические сводки пилотов и результаты наблюдений с помощью радиозондов позволяют создать картину погодных условий в верхних слоях атмосферы, что чрезвычайно важно для планирования полётов.

Самолёты многих внутренних и международных авиалиний оснащены приборами, которые в автоматическом режиме передают информацию о погоде диспетчерам авиакомпаний. Они, в свою очередь, распространяют эти данные по различным метеорологическим службам.

Радиолокационные наблюдения

Для наблюдений за погодными условиями, осадками и ветром применяются четыре типа радиолокаторов.

1. Радиолокатор WSR-88D NEXRAD, обычно называемый «допплеровским радиолокатором», используется для прогнозирования погоды на ближайший период. Допплеровский радиолокатор имеет два рабочих режима: «ясно» и «осадки». В режиме «ясно» антенна радиолокатора вращается медленно, а его чувствительность максимальна. В этом режиме информация обновляется каждые 10 минут. Во время осадков отражённый радиосигнал усиливается. В режиме «осадки» антенна вращается гораздо быстрее, что позволяет обновлять информацию каждые 4-6 минут. Интенсивность сигнала в обоих режимах измеряется в dBZ (децибелах Z) и отображается на индикаторе РЛС в виде областей различного цвета *(рис. 12-1)*. Для упрощения взаимодействия между пилотами и наземными службами для обозначения интенсивности сигнала РЛС в переговорах со специалистами УВД используется специальная терминология *(рис. 12-2* и *12-3)*.
2. Допплеровский радиолокатор наблюдения за погодой для аэропорта (TDWR), устанавливаемый в крупных аэропортах, предупреждает службы УВД о неблагоприятных погодных явлениях. Благодаря этим радиолокаторам пилоты получают информацию о сдвигах ветра, фронтах порывов ветра и сильных осадках, которые представляют опасность для прибывающих и вылетающих ЛА.
3. Третий тип радиолокаторов, используемый для измерения интенсивности осадков, — обзорная РЛС аэропорта. Основным назначением этого радиолокатора является обнаружение ЛА, но он также способен находить области осадков и измерять их интенсивность. Данные обзорных РЛС используются пилотами во время маршрутных полётов в СМУ в зоне аэропорта.
4. Бортовая РЛС — это комплекс приборов, установленных на борту ЛА для обнаружения неблагоприятных атмосферных явлений. Бортовые РЛС обычно работают в диапазонах С (около 6 ГГц) и Х (около 10 ГГЦ), что обеспечивает как проникновение их сигналов в области сильных осадков (что необходимо для измерения грозовых областей), так и достаточную интенсивность отражённого сигнала (при менее интенсивных осадках).

Рис. 12-1. Пример экрана метеорологического радиолокатора.

Спутники

Благодаря последним достижениям в области спутниковых технологий в настоящее время стало возможным коммерческое использование спутников для прогнозирования погоды. Используя систему платной подписки, частные лица могут получать со спутников обновляющуюся практически в реальном времени информацию о погодных условиях на территории стран североамериканского континента.

Метеорологические спутниковые данные

Проникновение спутниковых технологий в сферу частного предпринимательства привело к тому, что спектр метеорологических услуг, доступный пилотам, значительно расширился. Сегодня пилоты могут получать постоянно обновляющуюся информацию о погоде в любой точке страны на любой высоте. Их больше не ограничивает ни дальность радиосвязи, ни рельеф местности, который ранее приводил к географической изоляции (например, в горных районах).

Помимо этого, сегодня пилоты не связаны необходимостью запрашивать конкретную информацию напрямую у персонала метеорологических служб. При ухудшении погодных условий загруженность радиоэфира часто возрастает, из-за чего получение пилотом обновлённой информации о погоде на маршруте его следования может задерживаться. Сотрудники станций службы обеспечения полётов в каждый момент времени могут взаимодействовать только с одним пилотом, что приводит к возникновению очереди из пилотов, ожидающих информации в неопределённых погодных условиях. Спутниковые данные о погоде представляют собой мощный информационный ресурс, значительно повышающий осведомлённость пилотов в обстановке. Благодаря непрерывному

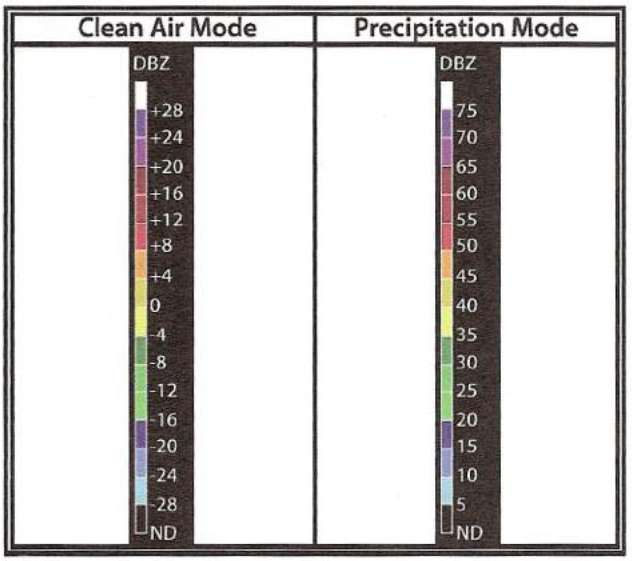


Рис. 12-2. Цветовые обозначения интенсивности отражённого сигнала радиолокатора WSR-88D.

Интенсивность отражённого сигнала (dBZ)	Обозначение интенсивности отражённого сигнала РЛС в переговорах
<30 dBZ	Light (лёгкая)
30-40 dBZ	Moderate (умеренная)
>40-50dBZ	Heavy (сильная)
50+ dBZ	Extreme (предельная)

Рис. 12-3. Терминология интенсивности осадков согласно показаниям радиолокатора WSR-88D.

спутниковому радиовещанию, пилоты могут получить представление о погодных условиях визуально — глядя на индикатор полётных данных своего ЛА. Для получения данных спутников применяются как бортовые приборы, сертифицированные FAA, так и портативные приёмники метеорологической информации.

Виды спутниковых метеосообщений

Сообщения об опасных погодных явлениях (SIGMET)

SIGMET — это метеосводки, содержащие информацию о погодных условиях, которые способны повлиять на безопасность полётов. Метеосводки SIGMET описывают метеорологическую ситуацию на территории не менее 3000 кв. миль (около 8000 кв. км) и содержат информацию о сильной и особо сильной турбулентности, сильном обледенении и песчаных/пылевых бурях, снижающих видимость менее 5 км *(рис. 12-4)*.

Рис. 12-4. Сообщение SIGMET.

Рис. 12-5. Сообщение AIRMET.

Метеорологическая информация для пилотов (AIRMET)

AIRMET — это метеосводки, выпускаемые с целью уточнить информацию о погодных явлениях, затрагивающих безопасность полётов и потенциально опасных для ЛА с устаревшим или недостаточным бортовым оборудованием либо управляемых неопытными пилотами. Сводки AIRMET содержат данные о погодных явлениях меньшей интенсивности, чем те, что описываются в сводках SIGMET.

AIRMET оповещают об умеренном обледенении, умеренной турбулентности, стабильном ветре скоростью 30 узлов (15 м/с) и более у поверхности земли, областях с высотой нижней кромки облачности менее 300 м и/или видимостью менее 5 км, а также сильной облачности в горных районах *(рис. 12-5)*.

Пункты метеорологического обслуживания

Пункты метеорологического обслуживания — это государственные или частные комплексы, предоставляющие авиационные метеорологические услуги. Задача обеспечить пилотам доступ к различной информации о погоде возложена на несколько государственных организаций, включая Федеральное управление гражданской авиации США (FAA), Национальное управление по исследованию океана и атмосферы (NOAA) и Национальную метеорологическую службу (NWS), которые работают в тесном сотрудничестве с частными авиакомпаниями.

Автоматическая станция службы обеспечения полётов (AFSS)

AFSS является основным источником предполётной информации о погоде. Эти станции обеспечивают круглосуточный доступ к информации о погодных условиях практически на всей территории США. Для получения предполётного погодного инструктажа достаточно позвонить по телефону 1-800-WX-BRIEF. В районах, которые не обеспечены услугами AFSS, погодный инструктаж предоставляется подразделениями Национальной метеорологической службы. Телефонные номера подразделений NWS и дополнительные номера AFSS содержатся в справочнике аэропортов и наземных служб (A/FD) или в местном телефонном справочнике (раздел «государственные органы»).

AFSS предоставляет услуги по погодному инструктажу в полёте, а также передаёт плановые и экстренные метеосводки по радиосвязи.

Распространение автоматических сводок погоды (TIBS)

Некоторые службы AFSS подготавливают и распространяют предварительно записанные сводки погоды. Информация предоставляется по телефону и содержит метеорологические и аэронавигационные данные: характеристики территории и маршрута, указания по пользованию воздушным пространством, а также специальные сообщения.

Автоматические сводки погоды обеспечивают пилотов лишь самой общей и предварительной информацией и не могут являться заменой стандартного инструктажа, выполняемого специалистом станции службы обеспечения полётов. Сводки TIBS доступны круглосуточно и оперативно обновляются при изменении погодных условий. Для получения автоматических сводок TIBS необходим телефон с тоновым режимом набора. Телефонные номера службы TIBS содержатся в справочнике аэропортов и наземных служб (A/FD).

Служба метеорологических сообщений прямого доступа (DUATS)

Служба метеорологических сообщений прямого доступа (DUATS), финансируемая FAA, предоставляет любому пилоту с действующим медицинским сертификатом доступ к информации о погоде, а также возможность составить план полёта, используя компьютер. Связь с DUATS может осуществляться двумя способами. Первый — через Интернет, зайдя на сайт по адресу http://www.duats.com. Для второго способа необходимо наличие модема и программы связи, предоставляемой провайдером услуг DUATS. В этом случае, используя бесплатный телефонный номер, пилот соединяется напрямую с сервером DUATS. Информация о провайдерах услуг DUATS и их телефонных номерах содержится в главе 7 справочника по аэронавигационной информации (AIM).

Служба консультаций на маршрутных полётах (EFAS)

Эта служба существует специально для того, чтобы предоставлять по запросу пилотов актуальную информацию о погодных условиях на маршруте полёта. Другое название службы EFAS – Flight Watch. EFAS обеспечивает пилота данными, подготовленными с учётом типа полёта, маршрута и крейсерской высоты. Сводки EFAS являются для пилотов одним из лучших источников текущей информации о погоде вдоль маршрута их полёта.

Обычно сводку можно получить с 6.00 до 22.00 в любой точке континентальных штатов США, а также в Пуэрто-Рико. Частота службы EFAS, 122,0 МГц, доступна для пилотов ЛА на высоте от 1,5 км над УЗП и до 5,3 км над СУМ.

Служба предупреждения об опасных ситуациях в полёте (HIWAS)

Служба предупреждения об опасных ситуациях в полёте (HIWAS) — это национальная программа, обеспечивающая непрерывную передачу информации об опасных погодных условиях через определённые навигационные средства (NAVAID). Передаваемая информация включает в себя сводки AIRMETS, SIGMETS, а также срочные сообщения PIREP. Распространяемые сводки имеют краткую форму. Для подробной информации пилотам следует связаться со станцией службы обеспечения полётов или со службой EFAS. Навигационные средства, способные передавать информацию HIWAS, на аэронавигационных картах обозначаются буквой «H» в верхнем правом углу идентификационного блока *(рис. 12-6)*.

Рис. 12-6. Обозначение доступности информации HIWAS на аэронавигационной карте.

Автоматические радиосводки погоды (TWEB) (только Аляска)

Некоторые всенаправленные радиомаяки (VOR) на Аляске оснащены оборудованием, которое позволяет передавать записанную на плёнку метеорологическую и аэронавигационную информацию на определённых частотах в диапазоне низких, средних и очень высоких частот. Передаваемая информация представляет собой серию записанных на плёнку сообщений. Изменения, если они необходимы, добавляются в виде новых сообщений. Содержание сводок зависит от имеющегося в наличии оборудования.

Обычно сводки содержат краткую характеристику неблагоприятных погодных условий, результаты приземных наблюдений, PIREP и данные высоты по плотности (если таковые имеются). По усмотрению конкретной станции вещания, записи могут также содержать прогноз верховых ветров, прогнозы погодных условий на маршруте и в зоне аэропорта, а также радиолокационные сводки. В некоторых районах доступ к информации TWEB возможен по телефону. Телефонные номера служб TWEB указаны в дополнительном справочнике аэропортов и наземных служб Аляски. Сводки TWEB предназначаются, главным образом, для предполётного и полётного планирования и не должны использоваться в качестве замены предполётного инструктажа, проводимого специалистами станций службы обеспечения полётов.

Погодные инструктажи

Перед каждым полётом пилоту надлежит ознакомиться со всей информацией, имеющей отношение к предстоящему полёту. Сюда входит и погодный инструктаж, проводимый специалистом станции службы обеспечения полётов, AFSS или Национальной метеорологической службы.

Перед проведением инструктажа синоптику необходимо сообщить, какой из трёх типов инструктажа необходим: стандартный, сокращённый или обзорный. Другая важная информация — будет ли полёт проходить по ПВП или ППП, опознавательный индекс и тип воздушного судна, пункт вылета, расчётное время вылета, высота и маршрут полёта, пункт назначения и расчётное время прибытия.

Эти данные включаются в полётный лист, где также отмечается тип проведённого погодного инструктажа. Если необходимо, на них можно будет ссылаться позднее, при подаче или внесении изменений в план полёта. Эта информация приобретает особую важность, если прибытие ЛА задерживается или он признан пропавшим без вести.

Стандартный инструктаж

Стандартный инструктаж — самый подробный. Он обеспечивает наиболее полную картину погодных условий вдоль маршрута полёта. Такой инструктаж обязателен перед началом любого полёта, а полученная информация должна использоваться при предполётном планировании. В ходе стандартного инструктажа пилоту последовательно сообщается следующая информация:

1. Неблагоприятные погодные условия — включая условия, которые могут заставить пилота принять решение об отмене полёта или изменении маршрута. Неблагоприятные погодные условия включают в себя существенные погодные явления, такие, как грозы или обледенение, а также другие важные вопросы, например, возможность закрытия аэропортов.
2. Полёт по ПВП не рекомендован — если погода на маршруте полёта хуже минимума ПВП, или прогноз погоды заставляет усомниться в том, что полёт может быть осуществлён по ПВП, проводящий инструктаж синоптик может сообщить пилоту, что пилотировать ЛА по ПВП не рекомендуется. Решение о том, выполнять ли полёт по ПВП, остаётся за пилотом, но эта информация должна быть всесторонне обдумана и взвешена.
3. Сводка — краткий обзор метеорологической ситуации. Она представляет собой перечисление основных погодных условий на территории, где пролегает маршрут полёта.
4. Текущие условия — эта часть инструктажа содержит информацию о высоте нижней кромке облачности, видимости, ветрах и температуре воздуха. Если до вылета остаётся более двух часов, текущие условия не включаются в инструктаж.
5. Прогноз погоды на маршруте — обзор прогноза погоды вдоль предполагаемого маршрута следования.
6. Прогноз погоды в пункте назначения — обзор ожидаемых погодных условий в аэропорте назначения в расчётное время прибытия.
7. Верховые ветры и температуры — сводка параметров ветра на конкретных высотах вдоль маршрута следования. Температурные данные предоставляются по запросу.
8. Инструкции пилоту (НОТАМы) — относящаяся к маршруту следования информация, которая не включалась в опубликованные НОТАМы. Данные, содержащиеся в опубликованных НОТАМах, оглашаются в ходе инструктажа только по запросу.
9. Задержки служб УВД — информация об известных задержках, которые могут так или иначе повлиять на полёт.
10. Другая информация — в конце стандартного инструктажа специалист станции службы обеспечения полётов перечисляет радиочастоты, необходимые для открытия плана полёта и связи со службой EFAS. В этой части инструктажа также сообщается вся дополнительная информация, которая была запрошена пилотом.

Сокращённый инструктаж

Сокращённый инструктаж — это укороченная версия стандартного. Он проводится, когда вылет по тем или иным причинам был отложен, или если есть необходимость обновить информацию о погодных условиях, полученную в ходе предыдущего инструктажа. Когда такое происходит, синоптик запрашивает время и источник предыдущего инструктажа, чтобы не сообщать заново уже полученную пилотом информацию и чтобы ничего не упустить. Если у пилота есть на это время, всегда полезно запросить обновлённую метеорологическую информацию.

Обзорный инструктаж

Обзорный инструктаж может проводиться не менее чем за 6 часов до предполагаемого вылета. Он содержит общую информацию о погоде, которая неизбежно является ограниченной, поскольку до вылета остаётся значительное время. Такой брифинг может являться хорошим источником данных для начального планирования полёта, включая решения о маршруте и высотах полёта, а также (и прежде всего) решение «лететь или не лететь». Осмотрительные пилоты всегда запрашивают дополнительный инструктаж непосредственно перед вылетом. Для получения самой последней информации о погоде помимо обзорного инструктажа необходимо пройти и стандартный инструктаж.

Авиационные сводки погоды

Авиационные сводки погоды предназначены для того, чтобы обеспечить пилотов точным описанием текущих погодных условий. Типичными примерами сводок погоды являются METAR, PIREP или сводки погоды по данным радиолокационного наблюдения (SD).

Регулярные авиационные сводки погоды (METAR)

Сводка METAR представляет собой обзор текущих приземных погодных условий в стандартизованном международном формате. Код METAR принят к использованию во всём мире, однако каждая страна может вносить изменения в его нотацию. Обычно, отличия в коде разных стран бывают незначительными, но они необходимы для учёта местных правил или единиц измерения. Ниже будет приведено описание элементов кода METAR, используемых в США.

Сводки METAR выпускаются один раз в час или чаще, если происходят существенные погодные изменения. Специальные сводки METAR (SPECI) могут выпускаться с любой частотой в интервалах между регулярными сводками.

Пример сводки METAR:

METAR KGGG 161753Z AUTO 14021G26 3/4SM +TSRA BR BKN008 OVC012CB 18/17 A2970 RMK PRESFR

Ниже перечислены информационные блоки типовой сводки METAR (в строгом порядке следования):

1. Тип сводки — существует два типа сводок METAR. Первый — регулярная сводка METAR, передаваемая каждый час. Второй — специальная сводка (SPECI). Такие сводки могут быть выпущены в любое время с целью обновления информации о быстро меняющихся погодных условиях, лётных происшествиях и других критически важных факторах.
2. Код аэропорта — четырёхбуквенный уникальный идентификатор, присваиваемый аэропортам Международной организацией гражданской авиации (ИКАО). В 48 континентальных штатах США первой буквой кода аэропорта всегда является «K». Например, аэропорт Грегг Каунти в городе Лонгвью, штат Техас, имеет код «KGGG», где «K» обозначает страну (континентальные США), а «GGG» — идентификатор аэропорта. В других регионах, включая Аляску и Гавайи, первые две буквы четырёхбуквенной последовательности указывают на регион, страну и/или штат. Так, идентификаторы аэродромов на Аляске всегда начинаются с букв «PA», а на Гавайях — с букв «PH». Список кодов аэропортов можно получить у сотрудников станций службы обеспечения полётов или Национальной метеорологической службы, а также в Интернете, например, по адресу http://en.wikipedia.org/wiki/International_Civil_Aviation_Organization_airport_code.
3. Число и время наблюдения — последовательность из шести цифр с буквой Z после них (161753Z). Первые две цифры — число текущего месяца. Последние четыре цифры — время составления сводки (часы и минуты), представленное в формате Всемирного координированного времени (UTC). Буква «Z» в конце последовательности указывает на то, что время представлено в формате UTC (zulu — то же самое, что UTC), а не в формате местного времени.
4. Модификатор — указывает на то, что сводка выпущена автоматическим источником или что в неё были внесены изменения. Если значение модификатора «AUTO», это означает, что она выпущена автоматическим источником. В блоке примечаний могут также содержаться последовательности «AO1» или «AO2», указывающие на тип датчика осадков, который установлен на автоматической станции. Модификатор «COR» означает, что сводка является исправленной и заменяет предыдущую, которая содержала ошибку (например, METAR KGGG 161753Z COR).
5. Ветер — содержит пять цифр (14021), за исключение случаев, когда скорость ветра превышает 99 узлов (51 м/с): в этом случае блок содержит шесть цифр. Первые три цифры указывают на направление ветра (метеорологический ветер — откуда дует) в градусах. Если ветер переменный, это обозначается буквами «VRB» (variable). Последние две цифры указывают на скорость ветра в узлах, за исключением случаев, когда она превышает 99 узлов — в этом случае скорость ветра обозначается

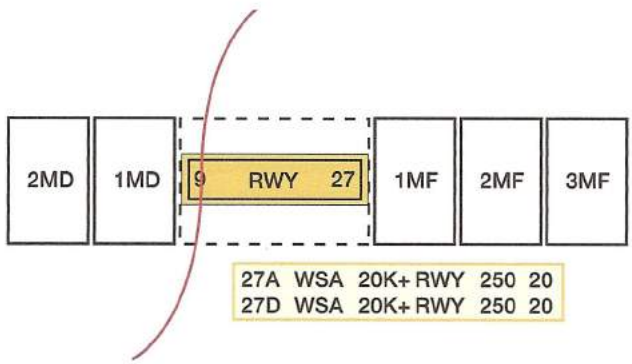


Рис. 12-7. Пример того, что диспетчер видит на ленточном индикаторе в кабине вышки.

Параметр		Погодное явление		
Интенсивность или дистанция	Идентификатор	Осадки	Факторы ухудшения видимости	Другое
1	2	3	4	5
«-» Лёгкая	**MI** Лёгкая дымка	**DZ** Изморось	**BR** Дымка	**PO** Песчаные/пыльные вихри
Умеренная (знак отсутствует)	**BC** Полосы, клочья тумана	**RA** Дождь	**FG** Туман	**SQ** Шквал
«+» Сильная	**DR** Позёмка	**SN** Снег	**FU** Дым	**FC** Воронкообразное облако
VC в непосредственной близости	**BL** Низовая метель	**SG** Снежные зёрна	**DU** Пыль	+**FC** Торнадо
	SH Ливень	**IC** Кристаллы льда («алмазная пыль»)	**SA** Песок	**SS** Песчаная буря
	TS Гроза	**PL** Ледяная крупа	**HZ** Мгла	**DS** Пыльная буря
	FZ Переохлаждённый туман	**GR** Град	**PY** Водяная пыль	
	PR Переменная облачность	**GS** Лёгкий град или снежная крупа	**VA** Вулканический пепел	
		UP Осадки неизвестного типа*		

Информационный блок погодных явлений состоит из последовательности данных, содержащихся в столбцах 1-5, в строгом порядке следования: интенсивность, затем идентификатор, затем погодное явление. Например, сильный ливень обозначается +SHRA.
* Только в сводках, выпущенных автоматическими станциями.

Рис. 12-8. Обозначения параметров и видов погодных явлений в сводках METAR.

трёмя цифрами. Если ветер порывистый, после значения скорости ветра ставится буква «G» (gusts). После буквы «G» следует пиковая скорость порывов ветра (если такая информация имеется). Если направление ветра меняется более чем на 60° при скорости ветра, превышающей 6 узлов (3 м/с), в сводку включается отдельная группа цифр — два блока по три цифры, между которыми ставится буква «V». Этот блок указывает на предельные значения направлений переменного ветра, например, «310V290» означает, что направление ветра варьируется от 310° до 290°. На *рис. 12-7* показано, как радиолокатор Допплера (обработчик метеоусловий) определяет истинный ветер, а также направление порывов/сдвигов ветра.

6. Видимость — преобладающая дальность видимости в сухопутных милях (3/4 SM), на что указывают буквы «SM» (statute miles). Видимость может указываться как в милях, так и в долях мили. Иногда после преобладающей дальности видимости в сводке указывается дальность видимости на ВПП (расстояние, на котором пилот движущегося ЛА может видеть и различать разметку на полосе). Дальность видимости на ВПП обозначается буквой «R» (runway), за которой следует номер ВПП, затем косая черта (слэш), а затем значение дальности видимости в футах. Например, «R17L/1400FT» означает дальность видимости 1400 футов на левой полосе ВПП №17.

Интенсивность облачности	Сокращение
Менее 1/8 (ясно)	SKC, CLR, FEW
1/8-2/8 (малая)	FEW
3/8-4/8 (рассеянная)	SCT
5/8-7/8	BKN
8/8 или 1 (сплошная)	OVC

Рис. 12-9. Сокращения, используемые в сводках METAR для обозначения состояния неба.

7. Погода — может быть разбита на две категории: параметры и погодные явления (в нашем примере, +TSRA BR). Вначале указывают параметры интенсивности, дистанции, а также идентификатор погодных условий. Интенсивность может быть слабой (знак «-» перед явлением), сильной (знак «+») или умеренной (отсутствие знака). Дистанция

указывается только для явлений, происходящих в непосредственной близости от аэропорта. Буквы «VC» (vicinity) указывают на погодные явления, происходящие на расстоянии 5-10 миль от аэропорта. Идентификаторы используются для обозначения типов осадков и факторов ухудшения видимости. Сводки могут содержать информацию о таких погодных явлениях, как осадки, факторы ухудшения видимости и других (например, шквалистом ветре или воронкообразных облаках). Описание погодных явлений также может содержаться в блоке примечаний, например, начало и конец явления или размер градин *(рис. 12-8)*.

8. Состояние неба — всегда указывается в виде последовательности: количество облаков, высота нижней кромки и тип или неопределённая высота нижней кромки (вертикальная видимость). В нашем примере, это «BKN008 OVC012C». Высота нижней кромки облачности указывается в форме трёхзначного числа, в сотнях футов над УЗП. Облака с высотой нижней кромки более 12 000 футов (3,6 км) не могут быть обнаружены автоматическими станциями. Для таких типов облаков, как башеннообразные кучевые (towering cumulus, TCU) и кучево-дождевые (cumulonimbus, CB), всегда указывается высота их нижней кромки. Для обозначения интенсивности облачности и факторов ухудшения видимости применяются сокращения. Относительная площадь закрытой облаками части неба указывается в восьмых долях метеозоны наблюдения от горизонта до горизонта *(рис. 12-9)*.
9. Температура и точка росы — всегда указываются в градусах Цельсия (С или °С) и разделяются косой чертой (слэшем). В нашем примере, это «18/17». Перед отрицательными значениями температуры ставят букву «М», заменяющую минус.
10. Установки высотомера — указываются в дюймах ртутного столба ("Hg) в виде четырёхзначного числа. Перед числом всегда ставится буква «А» (в нашем примере, это А2970). В блоке примечаний также может указываться, что давление повышается («PRESRR») или понижается («PRESFR»).
11. Zulu time («зулусское время») — термин, используемый в авиации для обозначения Всемирного координированного времени (UTC), которое является единым стандартом времени для всех стран мира и всех точек земного шара.
12. Примечания — этот информационный блок всегда начинается с букв «RMK» (remarks). Блок примечаний не является обязательным. В нём может содержаться информация, касающаяся параметров ветра, переменной видимости, времени начала и окончания определённого погодного явления, атмосферного давления и другие необходимые данные, не подпадающие под перечисленные выше категории. Пример блока примечаний с информацией о погодном явлении: OCNL LTGICCG. Это переводится следующим образом: «occasional lightning in the clouds and from cloud to ground» («эпизодические молнии в облаках и в зоне от облаков до земли»). В сводках METAR, выпущенных автоматическими станциями, в блоке примечаний могут содержаться пометки, указывающие на необходимость ремонта или сервисного обслуживания оборудования.

Вернёмся к нашему примеру.

METAR KGGG 161753Z AUTO 14021G26 3/4SM +TSRA BR BKN008 OVC012CB 18/17 A2970 RMK PRESFR

Расшифровка:

Регулярная сводка METAR аэропорта Грегг Каунти, 16-й день месяца, время 17.53 UTS, источник — автоматическая станция. Направление ветра 140°, скорость ветра 21 узел, с порывами до 26 узлов. Видимость 3/4 мили. Грозы с сильным дождём и туманом. Рваная нижняя кромка облачности, высота кромки 800 футов, сплошные кучево-дождевые облака. Температура 18 °С, точка росы 17 °С. Барометрическое давление 29,70 "Hg и быстро падает.

Метеорологические сводки пилотов (PIREP)

Сводки PIREP содержат важную информацию относительно текущих погодных условий на высоте — информацию, которую невозможно получить никаким иным способом. Пилоты имеют возможность определить высоту нижней и верхней кромок облачности, расположение областей срыва ветра, турбулентности и обледенения. Если нижняя кромка располагается ниже 5000 футов (1,5 км) или если видимость падает ниже пяти миль (8 км), подразделения службы УВД обязаны запросить сводки PIREP от пилотов ЛА, находящихся в прилегающей к аэропорту области. Пилотам, встретившим во время полёта неблагоприятные погодные условия, рекомендуется оправить сводку в станцию службы обеспечения полётов или в службу УВД. Эти органы включают полученную сводку в свою систему распространения сообщений, и она становится доступна другим пилотам.

Составить сводку PIREP несложно — для этого существует стандартизованный шаблон. Элементы сводки PIREP показаны на *рис. 12-10*. Информационные блоки 1-5 содержат обязательную информацию. В сводке должен быть описано как минимум одно погодное

Обозначения, использующиеся в метеорологических сводках пилотов (PIREP)			
1	XXX	3-буквенный код аэропорта	Станция, ближайшая к погодному явлению, о котором сообщается в сводке
2	**UA или UUA**	Регулярная или срочная сводка PIREP.	
3	**/OV**	Местоположение	Используются только трёхбуквенные идентификаторы навигационных средств (NAVAID). Примеры: /OVABC, /OVABC 090025, /OVABC 045020-DEF, /OVABC-DEF-GHI
4	**/TM**	Время	4 цифры, формат UTC. Пример: /TM 0915.
5	**/FL**	Высота/эшелон полёта	3 цифры, единица измерения – сотни футов. Если неизвестна, ставится UNKN. Примеры: /FL095, /FL310, /FLUNKN.
6	**/TP**	Модель ЛА	Не более 4 символов. Если неизвестна, ставится UNKN. Примеры: /TPL329, /TPB727, /TPUNKN.
7	**/SK**	Облачность/облачные слои	Данные в следующей последовательности: 1) высота нижней кромки облачности в тысячах футов. Если неизвестна, ставится UNKN; 2) обозначение типа облачности; 3) высота верхней кромки облачности в тысячах футов.
8	**/WX**	Погода	Дальность видимости указывается вначале. Используются стандартные обозначения погоды, интенсивность не указывается. Примеры: /WXFV02 RH, /WXFV01 TRW.
9	**/TA**	Температура в °C	Если температура ниже нуля, перед значением ставится минус. Примеры: /TA 15, /TA -06.
10	**/WV**	Ветер	Направление в градусах относительно магнитного меридиана и скорость (всего шесть цифр). Примеры: /WV 270045, /WV 280110.
11	**/TB**	Turbulence	Для указания интенсивности и типа используются стандартные обозначения, в т.ч. CAT (clear air turbulence, турбулентность чистого неба) и CHOP (chop, лёгкая турбулентность). Высота указывается, если не /FL и /TBEXTREME. Пример: /TBLGT-MDTBLO 090.
12	**/IC**	Обледенение	Используются стандартные обозначения интенсивности и типа. Высота указывается, если не /FL. Примеры: /ICLGT-MDTRIME, /ICSVRCLR 028-045.
13	**/RM**	Примечания	Используется для уточнения сводки. Опасные погодные явления указываются первыми. Пример: /RM LLWS -15KT SFC-030 DURC RNWY 22 JFK.

Рис. 12-10. Сокращения, применяющиеся в сводках PIREP.

явление. PIREP обычно распространяются как индивидуальные сводки, но могут быть включены в сводку наземных метеослужб. Расшифровка сводок не представляет сложности: большинство сокращений понятны любому пилоту, знающему английский язык.

Пример:
UA/OV GGG 090025/TM 1450/FL 060/TP C182/SK 080 OVC/WX FV 04R/TA 05/WV 270030/TB LGT/RM HVY RAIN

Расшифровка:

Тип:	*регулярная сводка пилота*
Местоположение:	*25 морских миль (nautical miles) к востоку (090° относительно магнитного меридиана), всенаправленный УКВ-маяк (VOR) аэропорта Грегг Каунти*
Время:	*14.50 UTS*
Высота или эшелон полёта:	*6000 футов*
Модель ЛА:	*«Цессна 182»*
Облачность:	*сплошная, с высотой нижней кромки 8000 футов*
Видимость/погодные условия:	*4 мили, дождь*
Температура:	*5 °C*
Ветер:	*направление 270°, скорость 30 узлов*
Турбулентность:	*слабая*
Обледенение:	*отсутствует*
Примечания:	*сильный дождь*

Радиолокационные метеорологические сводки (RAREP)

Радиолокационные станции (РЛС), сканирующие окружающую территорию, регулярно обнаруживают области осадков и грозы. Регулярные радиолокационные метеорологические сводки (RAREP) или сводки обнаружения гроз (SD) распространяются РЛС за 25 минут до окончания каждого часа, специальные сводки — по необходимости.

Сводки RAREP содержат информацию о типе, интенсивности и местоположении отражённого сигнала области осадков *(рис. 12-11)*. Сводки могут также включать направление и скорость движения области осадков и высоту её нижней и верхней кромок в сотнях футов над СУМ. Сводки RAREP особенно полезны

при предполётном планировании, поскольку позволяют избежать встречи с зонами неблагоприятных погодных условий. Однако радиолокатор способен обнаруживать лишь достаточно большие однородные области, содержащиеся в атмосфере (области осадков). Информацию о высоте нижней и верхней кромке облачности и видимости с помощью радиолокатора получить нельзя.

Типовая сводка RAREP включает в себя:

- Код местности и время наблюдения.
- Структуру отражённого сигнала:
  1. линия (LN) — цепь эхосигналов длиной не менее 30 миль (около 50 км), длина которой не менее чем в четыре раза превышает ширину, и с охватом не менее 25% вдоль линии;
  2. область (AREA) — однородная группа эхосигналов, которую нельзя классифицировать как линию;
  3. ячейка (CELL) — одиночный конвекционный эхосигнал (например, ливень).
- Охватываемая площадь в десятых долях общей площади.
- Тип и интенсивность погодных явлений.
- Расположение точек, определяющих эхоструктуру: азимут каждой точки относительно истинного направления северного меридиана и дистанция в морских милях от местоположения РЛС. Эхоструктура линий и областей определяется двумя наборами азимутов и дистанций, эхоструктура ячеек — единственным набором.
- Размер эхоструктуры (когда азимут и дистанция описывают только центральную линию структуры).
- Движение ячейки — движение указывается только для ячеек, но не для линий и областей.
- Максимальная верхняя граница области осадков — обозначаются кодом «MT» или «MTS». Код «MTS» означают, что для определения высоты верхней границы, помимо радиолокатора, использовались спутниковые данные.
- Если в сводке присутствует код «AUTO», это означает, что она выпущена автоматической метеорологической РЛС WSR-88D.
- Последний блок применяется, главным образом, для подготовки сводных радиолокационных таблиц, но эту информацию можно также использовать во время предполётной подготовки для определения максимальной интенсивности осадков в определённом квадрате сетки. Чем больше цифра, тем выше интенсивность. Две или более цифры после кода квадрата сетки, например, PM34, обозначают интенсивность осадков в последовательных квадратах.

Обозначение	Значение
R	Дождь
RW	Ливень
S	Снегопад
SW	Сильный снегопад
T	Гроза
Обозначение	**Интенсивность**
-	Слабая
(отсутствие знаков)	Умеренная
+	Сильная
++	Очень сильная
X	Чрезвычайно сильная
XX	Предельная
Сокращение	**Оперативное состояние**
PPINE	РЛС работает нормально, но отражённых сигналов не обнаружено.
PPINA	Радиолокационные наблюдения не ведутся.
PPIOM	Радар выключен или неисправен.
AUTO	Сводка автоматического радиолокатора WSR-88D.

Рис. 12-11. Коды, использующиеся в радиолокационных метеорологических сводках.

Пример:

TLX 1935 LN 8 TRW++ 86/40 199/115 20W C2425 MTS 570 AT 159/65 AUTO ^MO1 NO2 ON3 PM34 QM3 RL2=

Расшифровка.

Радиолокационная сводка содержит следующую информацию.

Сводка выпущена автоматической РЛС в городе Оклахома Сити в 19.35 UTC. Эхоструктура сводки указывает на линию эхосигналов, покрывающую 8/10 территории. Сообщается о грозах и очень сильных ливнях. Далее следует параметры положения эхосигналов (86°, 40 морских миль и 199°, 115 морских миль). Размер области: ширина 20 морских миль (10 морских миль с каждой стороны линии, определённой наборами азимутов и дистанций). Ячейки линии движутся со стороны азимута 240° со скоростью 25 узлов. Максимальная верхняя граница области осадков, определённая РЛС и спутником, имеет высоту 57000 футов, а её расположение определяется азимутом 159° и дистанцией 65 морских миль. Последний набор символов указывает на интенсивность осадков: в квадрате QM интенсивность 3, т.е. сильные осадки. (1 — слабые, 6 — предельно сильные).

Авиационные прогнозы погоды

Результаты наблюдений за погодой часто используются при составлении прогнозов погоды на будущие периоды. Существует множество разновидностей авиационных прогнозов погоды, которые используются пилотами на стадии предполётного планирования. Печатные прогнозы, с которыми необходимо ознакомиться пилоту перед вылетом — это прогноз погоды по аэродрому (terminal aerodrome forecast, TAF), авиационный прогноз по региону (aviation area forecast, FA), консультативные полётные сводки погоды (SIGMET, AIRMET) и прогноз верховых ветров и температуры (winds and temperatures aloft forecast, FD).

Прогноз погоды по аэродрому (TAF)

Прогноз TAF — это сводка, содержащая информацию о погодных условиях в радиусе пяти сухопутных миль (8 км) вокруг аэропорта. Сводки TAF обычно составляются и распространяются в крупных аэропортах. Каждая сводка действительна в течение 30 часов. Сводки обновляются четыре раза в день — в 0 часов, 6.00, 12.00 и 18.00 (указано время UTS). При составлении TAF используются те же обозначения и сокращения, что и в сводках METAR. Сводки TAF включают в себя следующую информацию (в строгой последовательности):

1. Тип сводки — регулярный прогноз (TAF) или уточнённый прогноз (amended forecast, TAF AMD).
2. Код аэропорта ИКАО — тот же идентификатор, что и в сводках METAR.
3. Дата и время выпуска — блок из шести цифр: первые две — дата, последние четыре — время. Время всегда приводится в формате UTS, на что указывает буква «Z» после цифрового блока.
4. Срок действия прогноза — блок из шести цифр. Первые две цифры — дата, вторые две — время начала действия прогноза, последние две — время окончания срока действия.
5. Прогноз ветра — направление и скорость ветра, блок из пяти цифр: первые три обозначают направление ветра по отношению к истинному направлению северного меридиана, последние две — скорость ветра в узлах, на что указывают буквы «KT» после цифрового блока. Как и в сводках METAR, в том случае, если скорость ветра превышает 99 узлов, на неё отводится три цифры, а не две.
6. Прогноз видимости — дальность видимости указывается в сухопутных милях и может быть как целым числом, так и дробным. Если дальность видимости превышает 6 миль (9,6 км), она обозначается «P6SM».
7. Прогноз значительных погодных явлений — погодные явления обозначаются теми же кодами, что и в сводках METAR. Если в течение срока действия прогноза значительных погодных явлений не ожидается, в информационные блоки «устанавливающаяся погода» или «временная погода» включается код «NSW» (no significant weather).
8. Прогноз состояния неба — аналогично сводкам METAR. В отличие от сводок METAR, куда включается информация о кучево-дождевых и башеннообразных кучевых облаках, прогнозы TAF содержат упоминание только о кучево-дождевых (cumulonimbus, CB) облаках.
9. Блок изменений прогноза — в том случае, если за время действия прогноза он претерпит значительные изменения, эти изменения и период их возникновения указывается в данном информационном блоке. Информация может быть помечена как «начиная с» (from, FM), «устанавливающаяся погода» (becoming, BECMG) или «временная погода» (temporary, TEMPO). «FM» означает, что ожидаются быстрые и значительные изменения (обычно в течение часа). «BECMG» используется, когда ожидаются постепенные изменения в течение не более чем 2 часов. «TEMPO» означает временные флуктуации погоды, которые продлятся не более часа.
10. Прогноз вероятности — процентная доля, которая описывает вероятность возникновения гроз и осадков в период прогноза. Эта информация недействительна в течение первых 6 часов срока действия прогноза.

Пример:

TAF
KPIR 111130Z 111212 15012KT P6SM BKN090
TEMPO 1214 5SM BR
FM1500 16015G25KT P6SM SCT040 BKN250
FM0000 14012KT P6SM BKN080 OVC150 PROB40 0004
3SM TSRA BKN030CB
FM0400 1408KT P6SM SCT040 OVC080
TEMPO 0408 3SM TSRA OVC030CB
BECMG 0810 32007KT=

Расшифровка:

Регулярный прогноз TAF для аэропорта Пьер, штат Южная Дакота... 11 день месяца, 11.30 UTS... действителен в течение 24 часов, начиная с 12.00 UTS 11 числа и до 12.00 UTS 12 числа... направление ветра 150°, скорость 12 узлов... дальность видимости более 6 сухопутных миль... рваная облачность с высотой нижней кромки 9000 футов — временно между 12.00 UTS и

14.00 UTS, дальность видимости 5 сухопутных миль в тумане... начиная с 15.00 UTS ветер направлением 160° и скоростью 15 узлов, порывы до 25 узлов, дальность видимости более 6 сухопутных миль... незначительная облачность с высотой нижней кромки 4000 футов и рваная облачность — с высотой нижней кромки 25 000 футов... начиная с 00.00 UTS ветер направлением 140° и скоростью 12 узлов... дальность видимости более 6 сухопутных миль... облачность рваная с высотой нижней кромки 8000 футов, сплошная — с высотой нижней кромки 15 000 футов... между 00.00 UTS 04.00 UTS 40%-ная вероятность снижения дальности видимости до 3 сухопутных миль... гроза с умеренными ливнями... рваная облачность с высотой нижней кромки 3000 футов, кучево-дождевые облака... начиная с 04.00 UTS... ветер направлением 140° и скоростью 8 узлов... дальность видимости более 6 сухопутных миль... незначительная облачность с высотой нижней кромки 4000 футов и сплошная — с высотой нижней кромки 8000 футов... временно между 04.00 UTS и 08.00 UTS... дальность видимости 3 сухопутные мили... грозы с умеренными ливнями... сплошная облачность с высотой нижней кромки 3000 футов, кучево-дождевые облака... устанавливается между 08.00 UTS и 10.00 UTS... ветер направлением 320° и скоростью 7 узлов... конец прогноза.

Авиационные прогнозы по регионам (FA)

Прогнозы FA содержат информацию об облачности, общих погодных условиях и визуальных метеоусловиях (ВМУ), ожидающихся на большой территории (несколько штатов). Континентальные штаты США делятся на шесть регионов, для которых выпускаются прогнозы FA. Прогнозы по регионам выпускаются шесть раз в день и действительны в течение 18 часов. Этот вид прогнозов предназначается для маршрутных авиаопераций, а также обеспечивает информацией о погоде небольшие аэропорты, не обеспеченные собственными прогнозами.

Прогнозы FA обычно подразделяются на четыре раздела и включают в себя следующую информацию:

1. Заголовок — содержит идентификатор местности источника прогноза, дату и время выпуска, срок действия и зону покрытия.

   Пример:

   DFWC FA 120945
   SYNOPSIS AND VFR CLDS/WX
   SYNOPSIS VALID UNTIL 130400
   CLDS/WX VALID UNTIL 122200...OTLK VALID 122200-130400
   OK TX AR LA MS AL AND CSTL WTRS

   Расшифровка:

   Данный прогноз содержит информацию, предоставленную международным аэропортом Даллас-Форт Уэрт для региона следующих регионов: штатов Оклахома, Техас, Арканзас, Луизиан, Миссисипи и Алабама, а также части прибрежных вод Мексиканского залива. Прогноз выпущен в 12-й день месяца в 09.45 UTS. Прогноз действителен с момента выпуска до 04.00 UTS 13-го дня месяца. Прогнозируемая информация о погоде и облачности, соответствующих ПВП, действительна до 22.00 12-го дня месяца, а обзор действителен до 04.00 13-го дня месяца.

2. Предупреждающая информация — этот раздел посвящён погодным условиям, соответствующим ППП, ухудшению видимости в горных районах и возможной опасности возникновения гроз. Высота всегда указывается над СУМ. В противном случае, данные как правило сопровождаются пометками «AGL» (УЗП) или «CIG» (ceiling, высота нижней кромки облачности).

   Пример:

   SEE AIRMET SIERRA FOR IFR CONDS AND MTN OBSCN.
   TS IMPLY SEV OR GTR TURB SEV ICE LLWS AND IFR CONDS.
   NON MSL HGTS DENOTED BY AGL OR CIG.

   Расшифровка:

   Прогноз по региону описывает облачность и погодные условия, соответствующие ПВП, поэтому предупреждается, что за информацией об условиях, соответствующих ППП, и ухудшению видимости в горных районах, следует обратиться к сводке AIRMET Sierra. Код «TS» указывает на вероятность гроз (thunderstorms). Предполагается возможность возникновения сильной или очень сильной турбулентности, сильного обледенения, низовых сдвигов ветра и условий, соответствующих ППП. Последняя строчка прогноза содержит предупреждение, что большая часть значений высоты указана относительно MSL, другие высоты — AGL или CIG.

3. Аннотация — содержит краткую информацию о местоположении и движении барических систем и фронтов в заданном регионе и о режимах циркуляции в атмосфере.

Пример:

SYNOPSIS...LOW PRES TROF 10Z OK/TX PNHDLAREA FCST MOV EWD INTO CNTRL-SWRN OK BY04Z. WRMFNT 10Z CNTRL OK-SRN AR-NRN MS FCST LIFT NWD INTO NERN OK-NRN AR EXTRM NRN MSBY 04Z.

Расшифровка:

По состоянию на 10.00 UTS, над областью Оклахома-Техас располагается область низкого давления, которая будет двигаться на восток и достигнет центра юго-западной Оклахомы к 04.00 UTS. Тёплый фронт, по состоянию на 10.00 UTS располагающийся над центральной Оклахомой, южным Арканзасом и северной Миссисипи, переместится к северо-западу и к 04.00 UTS окажется над северо-восточной Оклахомой, северным Арканзасом и крайними северными районами Миссисипи.

4. Погодные условия и облачность, соответствующие ПВП — в этом разделе перечисляются характеристики состояния неба, видимости и погодных условий на ближайшие 12 часов и обзорный прогноз на следующие 6 часов.

Пример:

S CNTRL AND SERN TX
AGL SCT-BKN010.TOPS 030.VIS 3-5SM BR.14-16Z
BECMG AGL SCT030.19Z AGL SCT050.
OTLK...VFR
OK
PNDLAND NW...AGL SCT030 SCT-BKN100.TOPS FL200.
15Z AGL SCT040 SCT100.AFT 20Z SCT TSRA DVLPG.
FEW POSS SEV.CBTOPSFL450.
OTLK...VFR

Расшифровка:

Над центральным южным и юго-восточным Техасом рассеянная/рваная облачность с высотой нижней кромки 1000 футов на УЗП и верхней кромки - 3000 футов над УЗП, дальность видимости от 3 до 5 сухопутных миль в тумане. В период между 14.00 и 16.00 UTS нижняя кромка облачности поднимется до 3000 футов над УЗП. После 19.00 UTS нижняя кромка продолжит подъём до 5000 футов над УЗП; ожидаются условия, соответствующие ПВП.
Над северо-западной Оклахомой рассеянные облака с высотой нижней кромки 3000 футов и ещё один слой рассеянных/рваных облаков с высотой нижней кромки 10 000 футов над УЗП и верхней кромки — 20 000 футов. К 15.00 UTS нижняя кромка облачности поднимется до 4000 футов над УЗП, а второй слой останется на высоте 10 000 футов над УЗП. После 20.00 UTS ожидаются отдельные грозы с дождём, некоторые из них сильные; верхняя кромка кучево-дождевых облаков достигнет эшелона 450 или 45 000 футов над УЗП.

Следует заметить, что в прогнозах по регионам географические местоположения могут обозначаться названиями штатов, областей, территорий или геологических объектов (например, горных систем). На *рис. 12-12* показана карта метеорологического прогноза с указанием шести регионов, штатов, территорий и крупных географических объектов.

Консультативные полётные сводки погоды

Консультативные полётные сводки погоды выпускаются для ЛА, выполняющих маршрутные рейсы, и представляют собой прогнозы потенциально опасных погодных условий. Эти сводки также доступны на земле для пилотов, составляющих план будущего полёта. Консультативные полётные сводки погоды могут выпускаться в форме AIRMET, SIGMET или конвективной SIGMET.

AIRMET

AIRMET представляют собой консультативные полётные сводки погоды, выпускающиеся каждые 6 часов с промежуточными обновлениями. Содержащаяся в сводках AIRMET информация представляет интерес для пилотов всех ЛА, но в разделе погодных условий описываются, главным образом, погодные явления, потенциально опасные для лёгких ЛА и ЛА с ограниченными эксплуатационными возможностями.

Сводка AIRMET включает в себя прогнозы умеренного обледенения, умеренной турбулентности, стабильных приземных ветров со скоростью 30 узлов (15 м/с) и более, широких зон облачности с высотой нижней кромки более 1000 футов (300 м) и/или с дальностью видимости менее 3 миль (4,8 км), а также значительного ухудшения видимости в горных районах.

Каждому бюллетеню AIRMET присваивается фиксированный алфавитно-цифровой идентификатор. Нумерация начинается с первого выпуска конкретного дня. Сводки AIRMET, касающиеся условий ППП и ухудшения видимости в годах, имеют кодовое обозначение «Sierra»; содержащие информацию о турбулентности, сильных приземных ветрах и срывах ветра в приземном

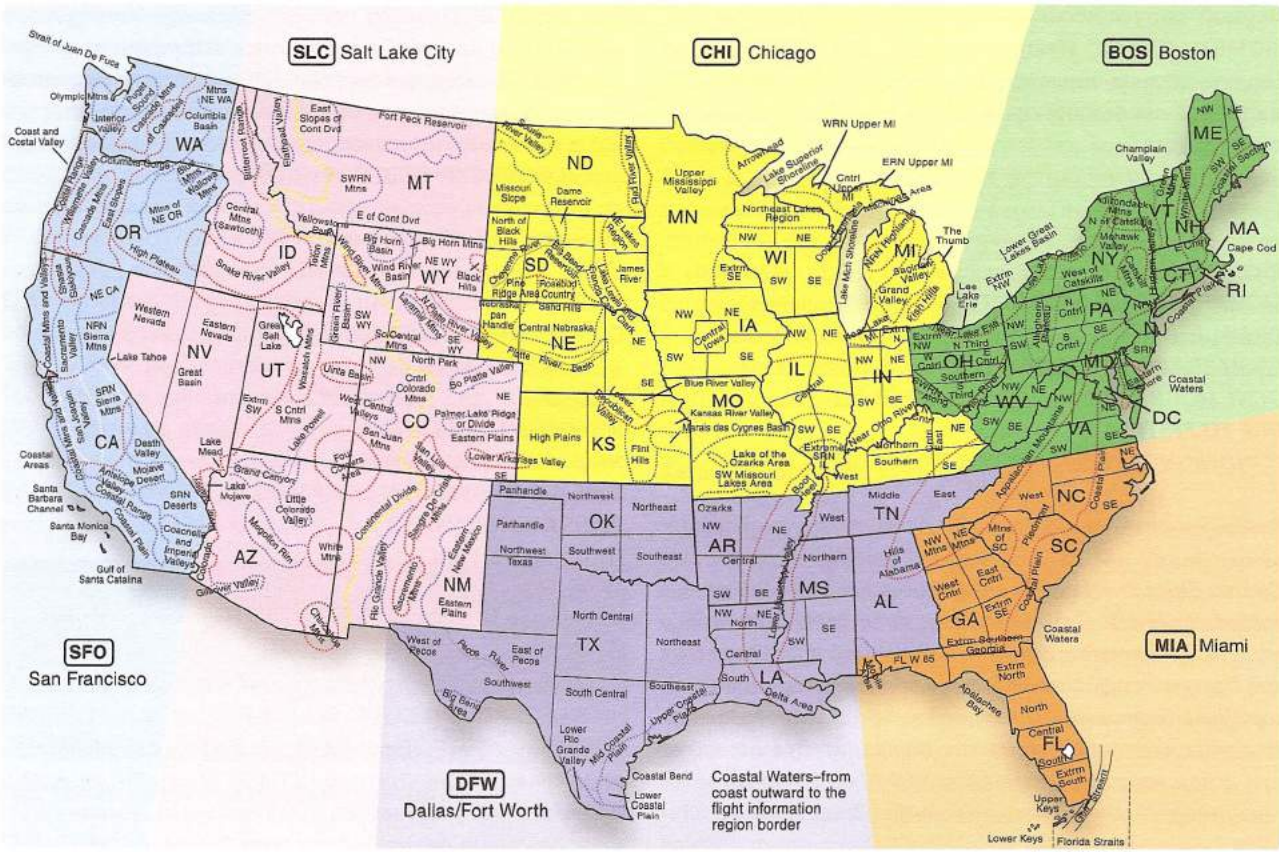


Рис. 12-12. Карта метеорологических регионов.

слое, обозначаются «Tango»; а указывающие на обледенение и нижнюю границу замерзания — «Zulu».

Пример:

DFWTWA 241650
AIRMET TANGO UPDT 3 FOR TURBC...STG
SFC WINDS AND LLWS VALID UNTIL 242000
AIRMET TURBC...OK TX...UPDT
FROM OKC TO DFW TO SAT TO MAF TO CDS
TO OKC OCNL MDT TURBC BLO 60 DUE TO
STG AND GUSTY LOW LVL WINDS.CONDS
CONTG BYD 2000Z

Расшифровка:

Сводка AIRMET выпущена международным аэропортом Даллас-Форт Уэрт в 24-й день месяца в 16.50 UTS. Сводка представляет собой третье по счёту обновление AIRMET Tango и оповещает о турбулентности, сильных приземных ветрах и срыве ветра в приземном слое, которые будут иметь место до 20.00 UTS того же дня. Раздел турбулентности сводки содержит обновление для штатов Оклахома и Техас. В зоне между городами Оклахома Сити — Даллас, штат Техас — Сан Антонио — Мидланд, штат Техас — Чайлдресс, штат Техас будет наблюдаться эпизодическая умеренная турбулентность на высоте менее 6000 футов, связанная с сильными порывистыми приземными ветрами. Также отмечается, что эти явления будут наблюдаться и после 20.00 UTS.

SIGMET

Бюллетень SIGMET — полётная сводка, описывающая неконвективные погодные явления, представляющие потенциальную опасность для всех ЛА. Прогнозы включают в себя сильное обледенение (не связанное с грозами), сильную или предельную турбулентность либо турбулентность при ясном небе (не связанную с грозами), пылевые или песчаные бури, которые снижают приземную или полётную видимость менее 3 миль, а также вулканический пепел. Сводки SIGMET выпускаются нерегулярно и действительны в течение 4 часов (сводки, сообщающие об ураганах, действительны в течение 6 часов).

Каждая сводка имеет буквенный идентификатор — от «November» до «Yankee», исключая «Sierra» и «Tango».

Первый выпуск обозначается как «срочный погодный SIGMET» (Urgent Weather SIGMET, UWS). Повторные сводки, посвящённые тому же погодному явлению, нумеруются последовательно до тех пор, пока явление не прекратится.

Пример:

SFOR WS 100130
SIGMET ROME02 VALID UNTIL 100530
OR WA
FROM SEA TO PDT TO EUG TO SEA
OCNL MOGR CAT BTN 280 AND 350 EXPCD
DUE TO JTSTR.
CONDSBGNGAFT 0200ZCONTGBYD 0530Z.

Расшифровка:

Сводка SIGMET Romeo 2, второй выпуск для данного погодного явления. Действительна до 05.30 UTS 10-го дня месяца. Сводка относится к воздушному пространству над Орегоном и Вашингтоном — области, ограниченной городами Сиэттл — Портланд — Юджин. Ожидается эпизодическая умеренная или сильная турбулентность при ясном небе на высотах от 28 000 до 35 000 футов, связанная со струйным течением. Эти условия начнутся после 02.00 UTS и будут продолжаться дольше срока действия данной сводки, который истекает в 05.30 UTS.

Информация о существенных конвекционных погодных явлениях (WST)

Конвекционная сводка SIGMET (WST) — это консультативная полётная сводка погоды, содержащая информацию об опасных конвекционных погодных явлениях, которые представляют опасность для всех полётов. Конвекционные SIGMET выпускаются в случае сильных гроз с приземными ветрами скоростью более 50 узлов (26 м/с), градом в приземном слое с диаметром градин 3/4 дюйма (19 мм) или более, а также в случае торнадо. Они могут предупреждать пилотов о возникновении маскированных гроз, грозовых фронтов или гроз с сильными или очень сильными осадками, затрагивающих более 40% территории региона площадью 3000 футов^2 (280 м^2) или более.

Конвекционные сводки SIGMET выпускаются на всей территории США (кроме Аляски и Гавайских островов): конкретнее, для восточной (E), западной (W) и центральной (C) части Соединённых Штатов. Регулярные сводки выпускаются за пять минут до окончания каждого часа, специальные — в любое время. Срок действия любой сводки составляет два часа. Конвекционные сводки SIGMET имеют последовательную нумерацию (от 1 до 99). Номер 1 имеет сводка, выпущенная в 0 часов UTS. Конвекционные SIGMET выпускаются вне зависимости от наличия опасных погодных условий; однако, в случае отсутствия таких условий, сводка имеет вид «CONVECTIVE SIGMET...NONE.»

Пример:

MKCC WST 221855
CONVECTIVE SIGMET 21C
VALID UNTIL 2055
KS OK TX
VCNTY GLD-CDS LINE
NO SGFNT TSTMS RPRTD
LINE TSTMS DVLPG BY 1955Z WILL MOV EWD
30-35 KT THRU 2055Z
HAIL TO 2 IN PSBL

Расшифровка:

Аббревиатура «WST» указывает на то, что это конвекционная сводка SIGMET. Сводка выпущена в 18.55 UTS 22-го числа текущего месяца. Настоящая сводка является конвекционной сводкой SIGMET номер 21C, т. е. 21-й по счёту, выпущенной для центральной части США. Срок действия сводки составляет 2 часа, до 20.55 UTS. Сводка действительна для области Канзас-Оклахома-Техас, на территориях, прилегающих к линии городов Гудланд, штат Канзас — Чайлдресс, штат Техас. Значительных гроз не ожидается, но к 19.55 UTS предполагается формирование грозового фронта, который будет продвигаться на восток со скоростью 30-35 узлов вплоть до 20.55 UTS. Возникающие грозы могут сопровождаться градом с диаметром градин более 2 дюймов.

Прогноз верхних ветров и температуры (FD)

Прогнозы верхних ветров и температуры (FD) выпускаются для ряда районов континентальных штатов США, Гавайских островов и Аляски. Прогнозы выходят дважды в день — в 0 часов и 12.00 UTS — и основываются на информации от радиозондов в верхних слоях атмосферы.

Высоты до 12 000 футов (3,7 км) включительно являются истинными высотами, свыше 18 000 футов (5,5 км) — барометрическими. Направление ветра всегда указывается относительно истинного направления северного меридиана, скорость ветра — в узлах, температура — в градусах Цельсия. Ветры, дующие на высотах менее 1500 футов (457 м) над высотой пункта наблюдения, не включаются в прогноз, равно как и температуры в точках, превышение которых над высотой пункта

наблюдения менее 2500 футов (762 м). Если прогнозируемая скорость ветра более 100 узлов (51 м/с), но менее 199 узлов (102 м/с), компьютер увеличивает угол направления на 50° и уменьшает скорость на 100 узлов. При расшифровке этого информационного блока необходимо выполнить обратные действия. Например, когда в сводке указано «731960», нужно вычесть 50 из 73 и прибавить 100 к 19. Таким образом, направление ветра 230°, его скорость 119 узлов, температура -60°С. Если скорость ветра равна или превышает 200 узлов, в прогнозе указывается 99. Например, если в сводке указано «7799», необходимо вычесть 50 из 77 и прибавить 100 к 99, что даёт направление ветра 270°, а скорость 199 узлов или выше. Если прогнозируемая скорость ветра менее 5 узлов (2,6 м/с), информационный блок имеет вид «9900», что означает «слабый переменный ветер» *(рис. 12-13)*.

FD KWBC 151640
BASED ON 151200Z DATA
VALID 151800Z FOR USE 1700-2100Z
TEMPS NEGATIVE ABV 24000

FD	3000	6000	9000	12000	18000	24000	30000
AMA		2714	2725+00	2625-04	2531-15	2542-27	265842
DEN			2321-04	2532-08	2434-19	2441-31	235347

Рис. 12-13. Прогноз верхних ветров и температуры.

Расшифровка прогноза, приведённого на рис. 12-13:

Заголовок указывает на то, что это прогноз FD, переданный 15-го числа месяца в 16.40 UTS и составленный на основе данных радиозонда, полученных в 12.00 UTS. Время действия прогноза 18.00 UTS, и его следует использовать в период между 17.00 и 21.00 UTS. В заголовке также указано, что все температуры на высотах более 24000 футов над СУМ отрицательные. Это означает, что знак «минус» перед значениями температуры в прогнозе опущен.

Информационные блоки из четырёх цифр содержат данные о направлении ветра относительно истинного направления северного меридиана и его скорости в узлах. Высота пункта наблюдения в Амарилло, штат Техас, составляет 3605 футов, поэтому наименьшая высота прогноза ветра — 6000 футов. Для этой высоты в прогнозе указано «2714», что означает направление ветра 270° и скорость 14 узлов.

Информационные блоки из шести цифр включают в себя значение температуры воздуха. Высота пункта наблюдения в Денвере (DEN) составляет 5431 фут, поэтому наименьшая высота прогноза ветра и температуры — 9000 футов. Для этой высоты указано «2321-04», что означает направление ветра 230°, скорость ветра 21 узел и температуру –4°С.

Карты погоды

Карты погоды отображают текущие или прогнозируемые погодные условия в графическом виде. Они содержат информацию о погоде на всей территории США и предназначаются для использования при планировании полётов. Обычно карты погоды показывают движение крупных климатических систем и фронтов и составляются на основе наземных наблюдений, метеорологических прогнозов и информации от радиолокационных станций. Карты прогноза существенных погодных явлений отображают общую картину погоды на ближайшие периоды времени.

Карта приземного анализа

Карты приземного анализа описывают текущее состояние погоды в приземном слое *(рис. 12-14)*. Такие карты составляются компьютером, рассылаются каждые три часа и отображают территорию 48 континентальных штатов США и прилегающие к ним области. На картах приземного анализа указываются области высокого и низкого давления, атмосферные фронты, температуры, точки росы, направления и скорости ветров, местная погода и факторы ухудшения видимости.

На картах также отображаются результаты наблюдений в контрольных точках на всей территории США. Эти данные указываются в соответствии с установленной схемой нанесения данных *(рис. 12-15)*. Схема нанесения данных включает в себя:

- Тип наблюдения — блок круглой формы указывает на то, что наблюдения произведены официальным метеонаблюдателем. Прямоугольная форма блока означает, что данные поступили от автоматической станции. Также информация может поступать от станций, расположенных в открытом море, — судов, бакенов и морских платформ.
- Облачность — может иметь следующие значения: «ясно», «рассеянная облачность», «облачно с прояснениями», «пасмурно» или «плохая/частично плохая видимость».
- Облака — отображаются в виде стандартизованных символов. Символы низкой облачности располагаются под информационным блоком, средней и высокой — непосредственно над ним. Обычно рядом с каждым блоком располагается один символ.
- Давление на уровне моря — три цифры, округляется до ближайшей десятой доли миллибара. Если давление 1000 мб и выше, перед трёмя цифрами ставится «10». Если давление менее 1000 мб, перед трёмя цифрами ставится «9».
- Изменения/тенденции изменения давления — за последние три часа, в десятых долях миллибара.

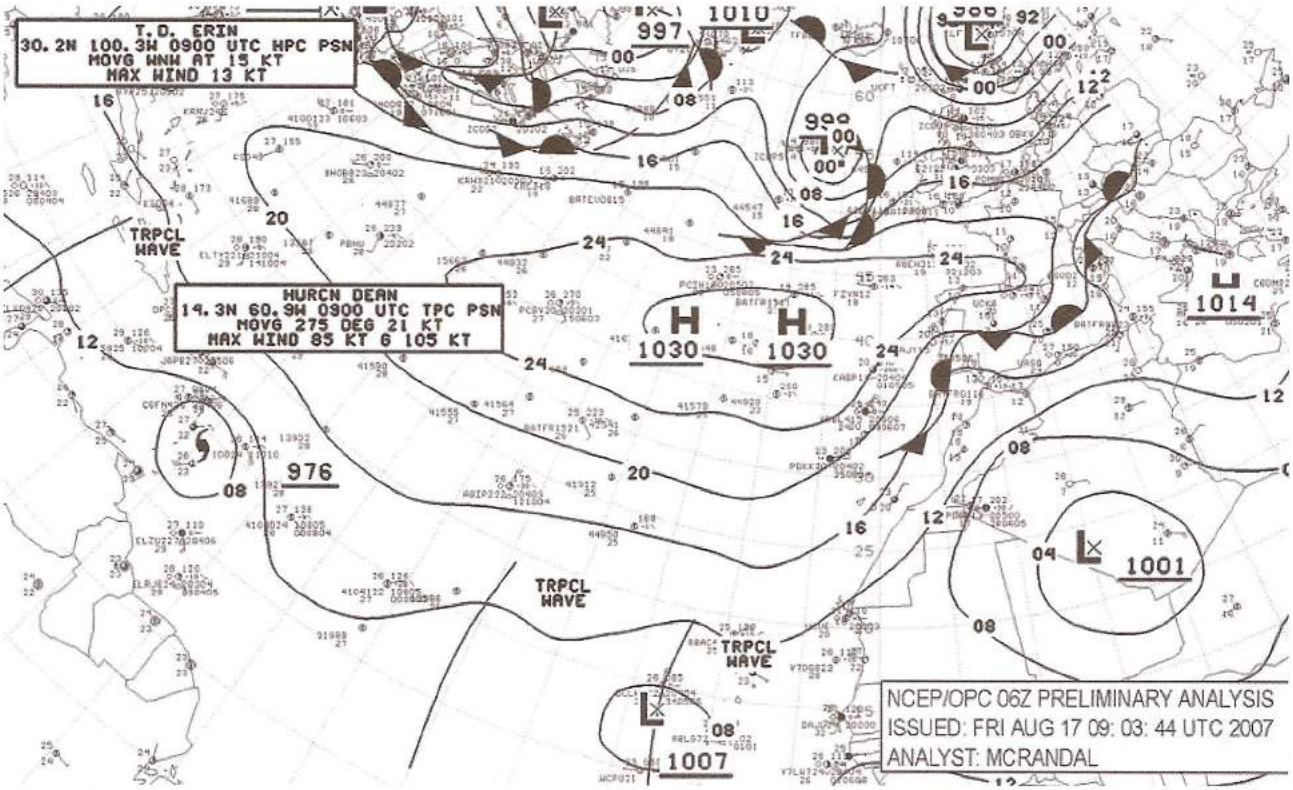


Рис. 12-14. Карта приземного анализа.

Указываются непосредственно под значением давления на уровне моря.

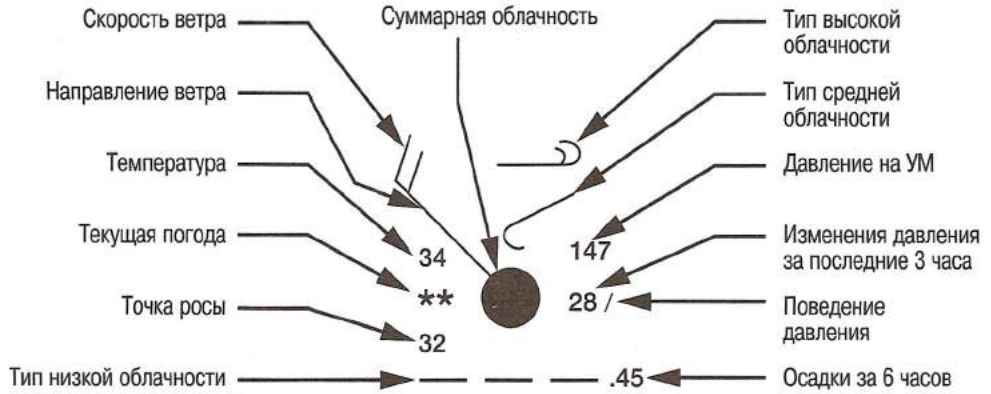
- Осадки — количество осадков, выпавших за последние шесть часов, с округлением до ближайшей сотой доли дюйма.
- Точка росы — в градусах Фаренгейта.
- Текущие погодные условия — для описания текущей погоды используется более ста различных символов.
- Температура — в градусах Фаренгейта.
- Ветер — истинное направление ветра показывается стрелкой, направленной в сторону, откуда дует ветер. Короткий усик оперения стрелки соответствует скорости ветра 5 узлов, длинный усик — 10 узлов, флажок — 50 узлов.

Карта описания погодных условий

Карта описания погодных условий отображает характеристики погоды в приземном слое на основании сводок METAR и других наземных наблюдений. Эти карты составляются и распространяются компьютером каждые три часа, начиная с 01.00 UTS, и действительны вплоть до появления нового выпуска. Карты показывают общую картину погоды на территории США и используются при планировании полётов *(рис. 12-16)*.

На карты этого типа обычно наносятся крупные атмосферные фронты и области высокого и низкого давления, а также зоны погодных условий, соответствующих ПВП (VFR), ППП (IFR) и минимально допустимым ПВП (MVFR). Зоны IFR (нижняя кромка облачности на высоте менее 1000 футов, дальность видимости менее трёх миль) обведены замкнутой кривой с заштрихованной внутренней частью. Зоны MVFR (нижняя кромка облачности на высоте от 1000 до 3000 футов, дальность видимости от 3 до 5 миль) обведены замкнутой кривой без штриховки внутри. Зоны VFR (ясное небо или нижняя кромка облачности выше 3000 футов, дальность видимости более 5 миль) не обводятся.

Карты описания погодных условий используют модифицированную схему нанесения данных, включающую в себя суммарную облачность, высоту облачного слоя или нижней кромки, погодные явления и факторы ухудшения видимости, но не содержащую данных о ветре и давлении (в отличие от карт приземного анализа). Квадратная скобка «]» справа от названия станции указывает на автоматический режим наблюдения. В остальном схемы нанесения данных карт описания погодных условий и карт приземного анализа совпадают.



1. Суммарная облачность:	Пасмурно
2. Температура/точка росы:	34 °F/32 °F
3. Ветер:	С северо-запада (относительно истинного направления северного меридиана), скорость 20 узлов Примеры обозначений направления и скорости ветра Безветренно СВ/5 узлов ЮЗ/10 узлов С/15 узлов З/50 узлов Ю/60 узлов
4. Текущие погодные условия:	Непрерывный (обложной) лёгкий снег
5. Преобладающая облачность на нижнем, среднем и верхнем уровнях:	Рваные слоистые или кучевые, эпизодические СМУ, местами высококучевые и плотные перистые
6. Давление на уровне моря:	1014,7 миллибар(mb) Примечание: давление всегда обозначается трёмя цифрами с округлением до ближайшей десятой доли миллибара. Если давление 1000 мб и выше, перед трёмя цифрами ставится «10». Если давление менее 1000 мб, перед трёмя цифрами ставится «9».
7. Изменения давления за последние 3 часа:	Увеличивалось стабильно или нестабильно на 2,8 мб.
8. Осадки за последние 6 часов:	0,45 дюйма. Число округляется до ближайшей сотой дюйма.

Рис. 12-15. Пример информационного блока в соответствии со схемой нанесения информации и условные обозначения карт погоды.

Обзорная радиолокационная карта

Обзорная радиолокационная карта является графическим представлением совокупности радиолокационных сводок погоды *(рис. 12-17)*. Карта публикуется ежечасно, за 25 минут до истечения каждого часа. На ней отображаются зоны осадков, а также их характеристики *(рис. 12-18)*. Обзорная радиолокационная карта содержит следующую информацию:

- Отсутствие данных — те районы, данные о которых не поступают, на карте обозначаются буквами «NA». Отсутствие отражённого сигнала обозначается буквами «NE».
- Контуры зон осадков различной интенсивности — существует шесть уровней интенсивности осадков, которые показываются пунктирными линиями с трёмя различными интервалами между штрихами.
- Высота верхней границы — высоты верхних границ эхосигналов над СУМ, указываются в сотнях футов.
- Движение ячеек — обозначается стрелками, указывающими в направлении движения. Скорость движения в узлах проставляется над остриём стрелки. Слабое движение обозначается буквами «LM».
- Вид осадков — указывается с помощью специальных обозначений. Используются те же символы, что и на картах METAR.
- Структура эхосигнала — области, ячейки или линии.
- Предупреждения о плохой погоде — области с крайне неблагоприятными погодными условиями (торнадо, сильные грозы) выделяются жирной пунктирной линией.

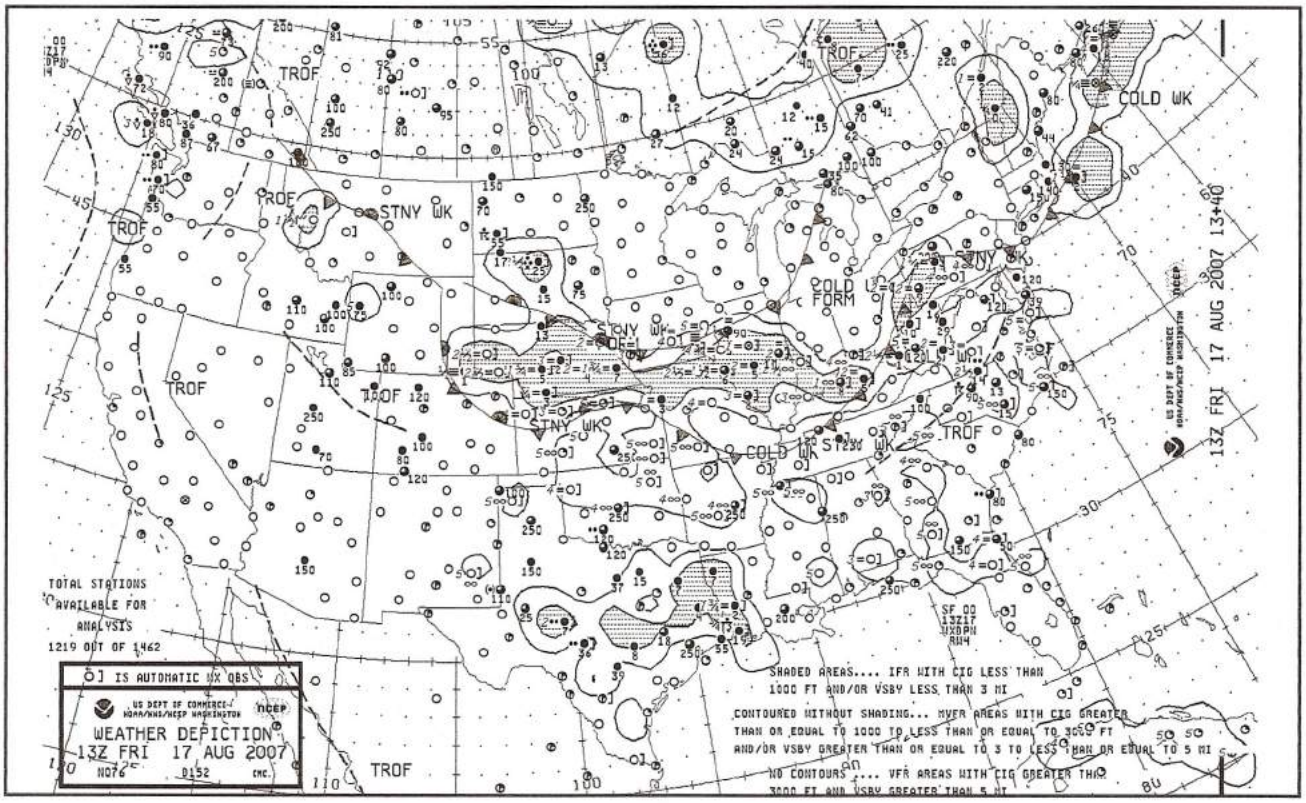


Рис. 12-16. Карта описания погодных условий.

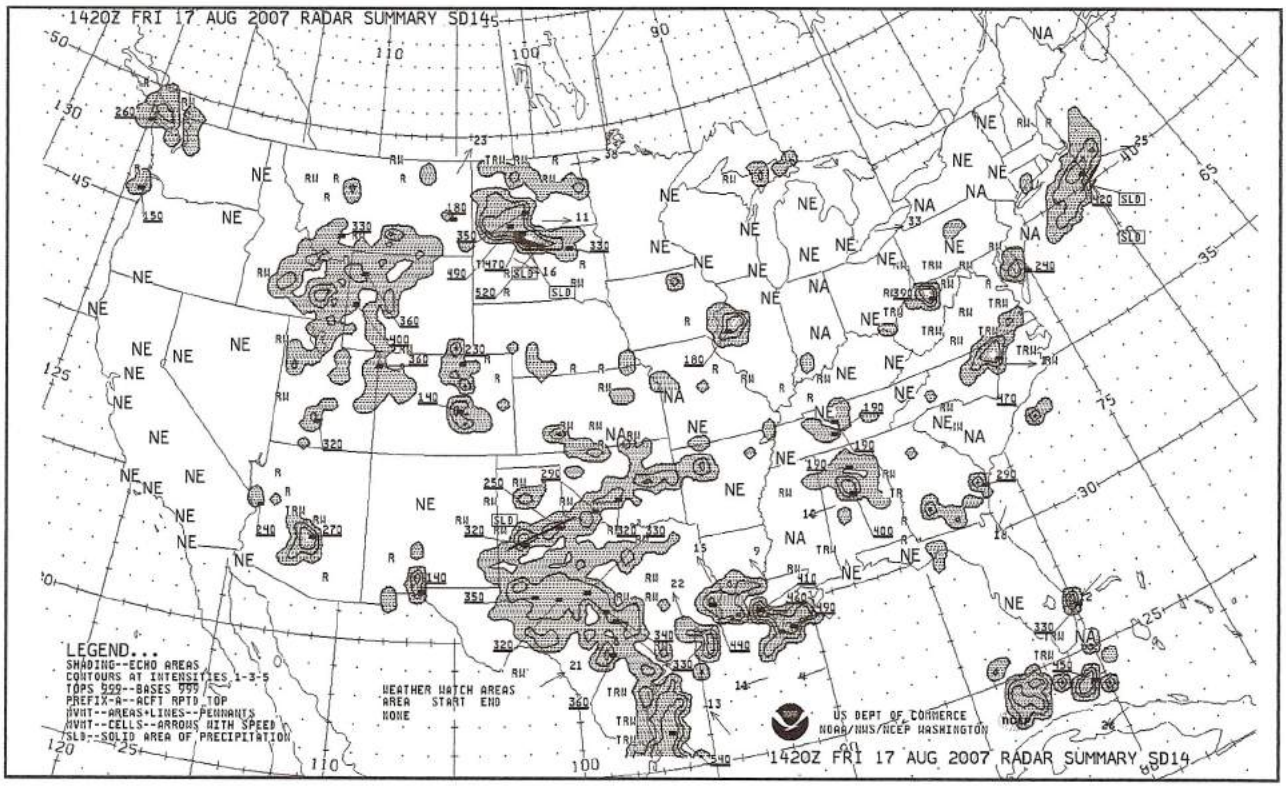


Рис. 12-17. Обзорная радиолокационная карта погоды.

Обзорная радиолокационная карта является ценным инструментов предполётного планирования. Следует, однако, учитывать некоторые ограничения. Карты этого типа отображают только зоны осадков. Если облака или туман не ведут к возникновению осадков, они не наносятся на карту, равно как и высоты верхних и нижних кромок облачности. Поэтому радиолокационные карты необходимо использовать в сочетании со сводками METAR и прогнозами погоды.

Карта прогноза особых погодных явлений

Карты прогноза особых погодных явлений составляются для погоды в нижнем слое атмосферы — от поверхности земли до FL 240 (24 000 футов) — и в верхнем слое — от FL 250 (25 000 футов) до FL 600 (60 000 футов). Нижний слой атмосферы иначе называют «слоем 400 мб». Ниже в этом разделе речь пойдёт, главным образом, о картах прогноза особых погодных явлений в нижнем слое атмосферы.

Карты нижнего слоя бывают двух видов: 12- и 24-часовые карты прогноза погоды и 36- и 48-часовые карты прогноза погоды в приземном слое. Карта первого вида состоит из четырёх планшетов и представляет собой 12- и 24-часовой прогноз особых погодных явлений и погоды в приземном слое. Карты выпускаются четыре раза в день: в 0 часов, 06.00, 12.00 и 18.00 UTS. Срок действия карты указан в левом нижнем углу каждого планшета.

Обозначение	Значение
R	Дождь
RW	Ливень
S	Снегопад
SW	Сильный снегопад
T	Гроза
NA	Нет данных
NE	Нет эхосигнала
OM	Станция закрыта на сервисное обслуживание
35	Ячейка движется к северо-востоку со скоростью 35 узлов
LM	Слабое движение
WS999	Сильная гроза, зона опасных условий номер 999
WT210	Торнадо, зона опасных условий номер 210
SLD	Покрытие линии 8/10 или больше
	Линия эхосигналов

Рис. 12-18. Уровни интенсивности, контуры и обозначения видов осадков.

Два верхних планшета отображают особые погодные явления, например, неконвекционную турбулентность, слои обледенения и погодные условия, соответствующие IFR и MVFR. Границы областей умеренной или сильной турбулентности обозначены пунктирными линиями. Числа внутри линий указывают на высоту турбулентности над СУМ в сотнях футов. Значения прогнозируемой высоты нижней и верхней кромки зоны турбулентности указываются ниже и выше линии границы соответственно. Также на этом планшете показаны области VFR, IFR и MVFR. Области IFR ограничены сплошной линией, области MVFR —зубчатой, на остальной территории погодные условия соответствуют VFR. Ломаные линии и буквы «SFC» указывают на обледенение поверхности земли. Изолинии высот (изогипсы) слоёв обледенения указываются на карте пунктирными линиями с интервалом 4000 футов.

Два нижних планшета отображают прогноз погоды в приземном слое и описывают расположение и параметры барических систем, фронтов и зон осадков. Атмосферные фронты и центры давления обозначаются стандартными символами. Направление перемещения центров давления обозначается стрелками. Рядом с каждой стрелкой указывается скорость перемещения в узлах. Помимо этого, на карту нанесены границы прогнозируемых зон осадков и грозовых областей. Если зона осадков затемнена, это указывает на то, что осадками затронута по меньшей мере половина территории. Вид осадков и способ выпадения обозначаются специальными символами.

На *рис. 12-19* приведена типовая карта прогноза особых погодных явлений, а также условные обозначения зон осадков. Карты прогнозов являются важнейшим источником информации при планировании полётов; однако при их использовании необходимо учитывать местные условия и локальные прогнозы погоды.

36- и 48-часовые карты прогноза погоды представляют собой расширенные версии 12- и 24-часовых карт. Карты этого вида выпускаются дважды в день. Обычно они содержат информацию о расположении и характеристиках барических полей, атмосферных фронтов и зон осадков. Пример 36- и 48-часовой карты прогноза погоды приведён на *рис. 12-20*.

Отображение погоды на экранах РЛС УВД

Хотя системы УВД не всегда способны обнаружить облака (или их отсутствие), обычно они могут определить интенсивность зоны осадков, хотя конкретные характеристики этой зоны (снег, дождь, град, вирга и т.д.) остаются неизвестными. По этой причине служба УВД обозначает все погодные зоны, отображаемые на экранах РЛС, как «осадки».

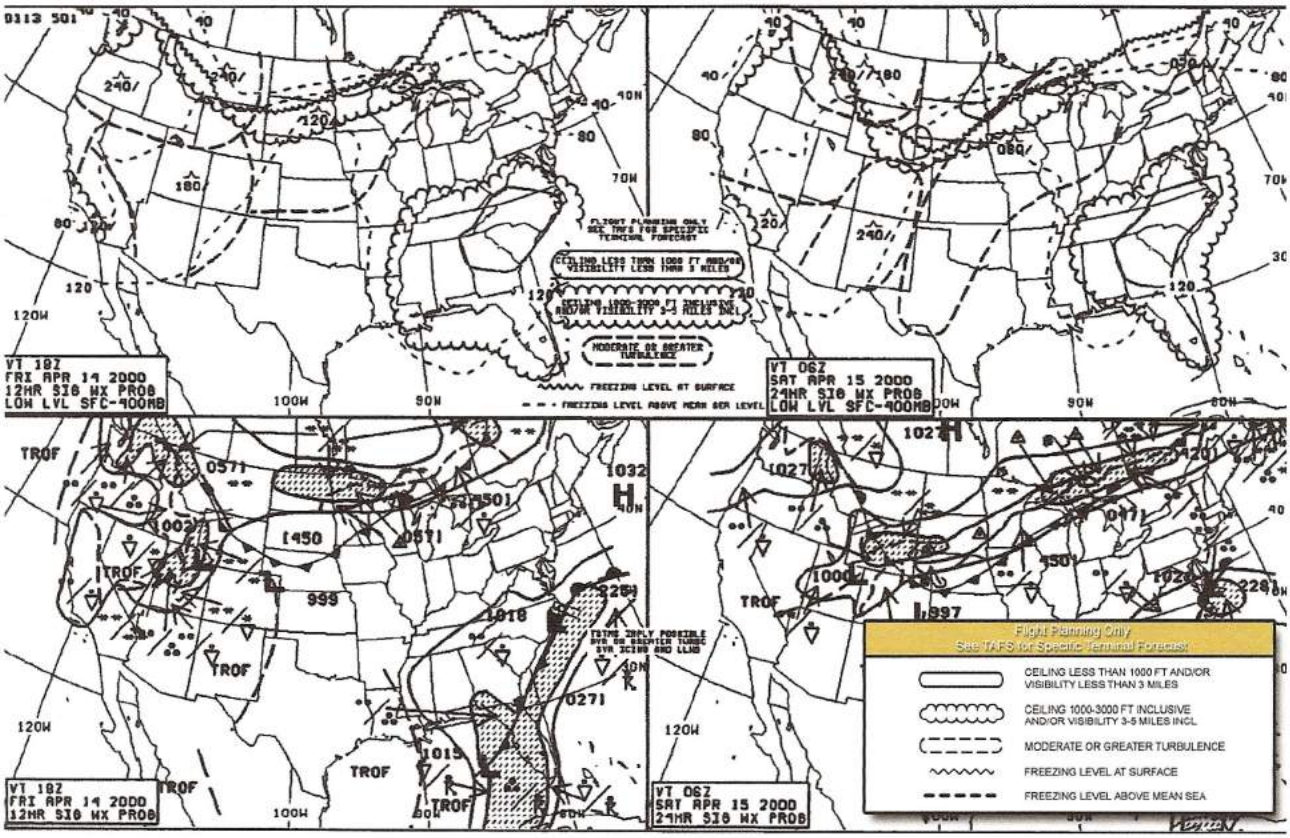


Рис. 12-19. Карта прогноза особых погодных явлений и условные обозначения (врезка).

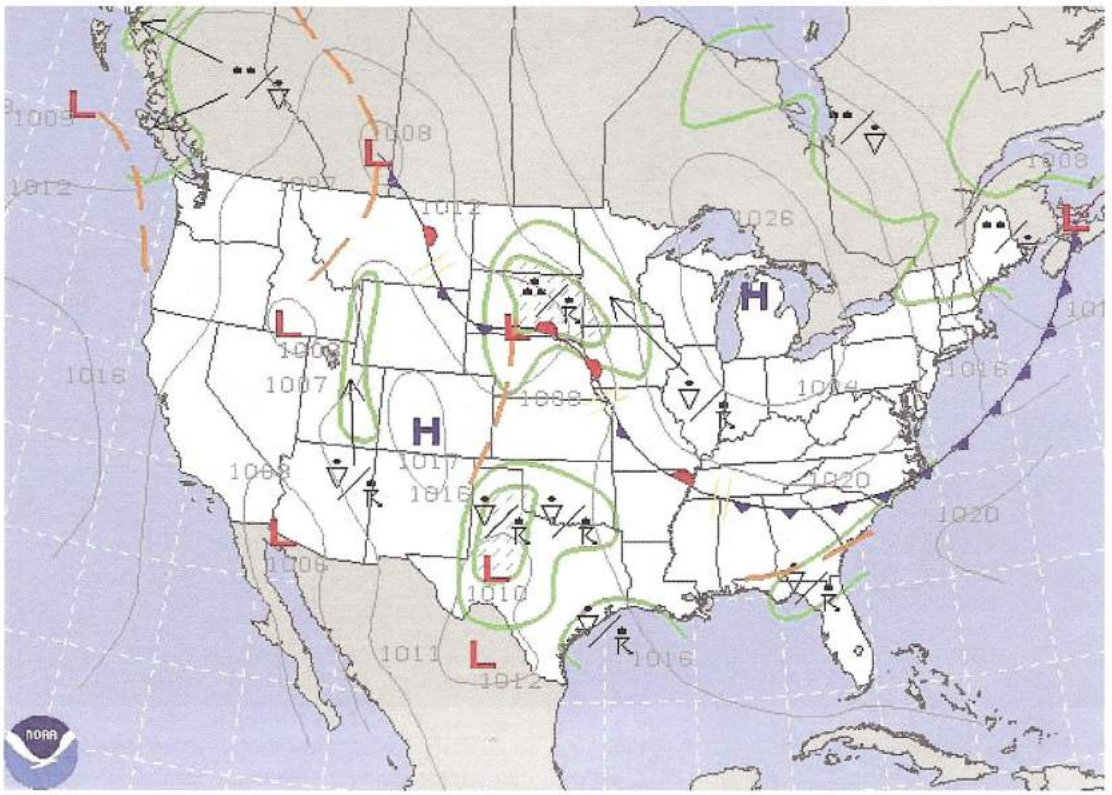
Центры управления воздушным движением на маршрутных линиях (ARTCC) обычно используют комплексы обработки радиолокационных и погодных данных (WARP-процессоры), которые обрабатывают и отображают мозаичные данные, получаемые от множественных РЛС нового поколения (NEXRAD). Между обнаружением того или иного погодного явления и его отображением на экране всегда есть временная задержка. Для экрана диспетчера службы ARTCC эта задержка может составлять до 6 минут. WARP-процессоры используются только подразделениями службы ARTCC. Диспетчеры службы ARTCC, использующей комплекс обработки погодных данных, используют при взаимодействии с пилотами следующую шкалу для обозначения интенсивности осадков:

- легкие (light),
- умеренные (moderate),
- сильные (heavy),
- экстремальные (extreme).

Службы ARTCC, не имеющие доступа к WARP-процессору, часто используют альтернативную систему — узкополосную авиационную РЛС кругового обзора (ARSR), которая способна отображать два уровня интенсивности осадков. В этом случае диспетчер, сообщая пилоту о зоне осадков, может охарактеризовать их интенсивность как «moderate» (умеренные) или «heavy to extreme» (от сильных до экстремальных).

Службы ARTCC, оборудование которых не позволяет отображать уровень интенсивности зоны осадков, сообщают пилотам только об её местоположении (географическом или относительно ЛА). Поскольку информация об уровне интенсивности отсутствует, диспетчер сообщит: «Intensity unknown» (интенсивность неизвестна).

Радиолокаторы служб УВД не способны обнаруживать турбулентность. Обычно вероятность возникновения турбулентности растёт вместе с усилением дождя или других видов осадков. Как правило, чем выше интенсивность осадков, тем сильнее связанная с ними турбулентность. Любые конвекционные процессы в атмосфере могут привести к возникновению турбулентности, даже при ясном небе. Конвекционный процесс, вызывающий наиболее сильные турбулентности, — это грозы. Пилотам не рекомендуется приближаться к зоне грозы ближе, чем на 20 миль (32 км), поскольку возникающие турбулентности зачастую оказывается значительно сильнее, чем можно ожидать на основании интенсивности осадков.



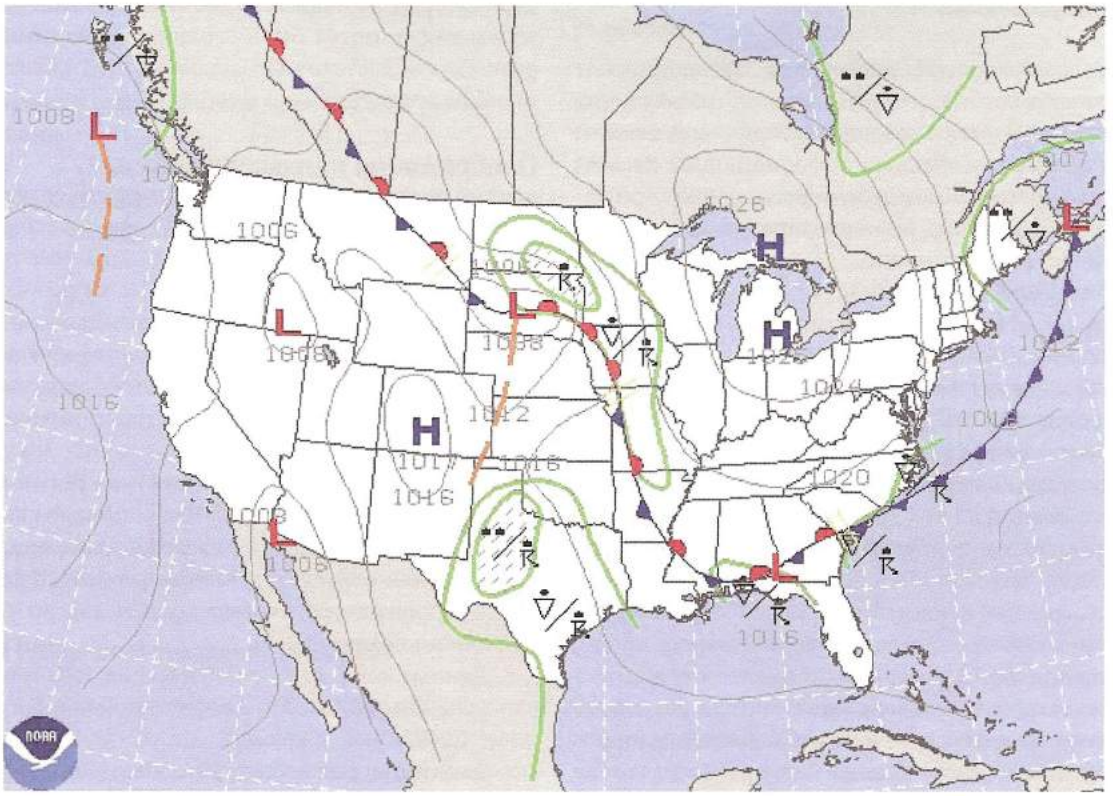


Рис. 12-20. 36-часовая (вверху) и 48-часовая карты прогноза погоды.

Рис. 12-21. Информационная страница ЭИПП.

Помощь в уклонении от встречи с неблагоприятными погодными условиями

По мере возможностей, диспетчеры предоставляют пилотам необходимые сведения о погодных условиях и помогают им избегать зон неблагоприятной погоды. Получив метеорологическую информацию от диспетчера, пилот должен подтвердить получение и, при необходимости, запросить рекомендацию по своим дальнейшим действиям, а именно:

- необходимое отклонение от первоначального курса — конкретнее, дистанцию и направление предполагаемого отклонения;
- новый маршрут, который позволит избежать опасной зоны;
- необходимое изменение высоты;
- радиолокационные пеленги опасной зоны.

Следует помнить, что основная функция диспетчера заключается в обеспечении безопасного эшелонирования полётов ЛА. Дополнительные услуги, одной из каковых является содействие в уклонении от встречи с неблагоприятной погодой, могут предоставляться диспетчерами в той степени, в которой это не отвлекает их от выполнения основных задач. Также необходимо заметить, что при неблагоприятных погодных условиях нормальный режим воздушного движения, как правило, нарушается, увеличивая нагрузку на диспетчеров и требуя от них концентрации на своих первоочередных функциях. Возможности диспетчеров по оказанию дополнительных услуг пилотам также могут быть ограничены такими факторами, как недостаточная мощность РЛС или загруженность радиочастот.

Отображение данных погоды на электронных индикаторах полётных данных (ЭИПП) и многофункциональных индикаторах (МФИ)

Электронные индикаторы полётных данных (ЭИПП) многих производителей способны отображать информацию, получаемую от спутниковых метеослужб. ЭИПП обеспечивают пилотам доступ к широкому спектру спутниковых метеослужб.

На *рис. 12-21* показано меню доступа к спутниковым метеослужбам типового ЭИПП. Доступные службы перечислены ниже (в квадратных скобках приведены последовательности символов, которые необходимо набрать на клавиатуре, чтобы получить доступ к данным той или иной службы).

- Данные сети метеорологических РЛС нового поколения NEXRAD в графическом представлении [NEXRAD].
- Данные метеосообщений с борта ЛА (METAR) в графическом представлении [METAR].
- Данные METAR в текстовом представлении.

- Прогноз погоды в зоне аэродрома в текстовом представлении [TAF].
- Данные городского прогноза погоды.
- Параметры ветра в графическом представлении [WIND].
- Данные верхней кромки отражённого эхосигнала в графическом представлении [ECHO TOPS].
- Данные верхней кромки облачности в графическом представлении [CLD TOPS].
- Данные атмосферных разрядов в графическом представлении [LTNG].
- Данные движения грозовых ячеек [CELL MOV].
- Зона охвата метеорологической РЛС сети NEXRAD (информация отображается вместе с данными NEXRAD).
- Сводки SIGMET/AIRMET [SIG/AIR].
- Данные приземного анализа погоды с включением городского прогноза [SFC].
- Погодные предупреждения округа [COUNTY].
- Данные об атмосферных слоях обледенения [FRZ LVL].
- Данные движения урагана [CYCLONE].
- Временные полётные ограничения [TFR].
- Пилоты должны быть хорошо знакомы с ЭИПП или МФИ, установленных на панели управления эксплуатируемого ими ЛА, и знать, доступ к какой метеорологической информации эти индикаторы обеспечивают.

Рис. 12-22. Список каналов метеорологической информации и срок её действия.

Актуальность и срок действия метеорологической информации

Информация со спутниковых каналов погоды обновляется достаточно часто, но не следует думать, что она поступает в реальном времени. При поступлении новых данных на МФИ всегда отображается время составления сводки на наземной станции. Время всегда указывается в формате UTS. Необходимо помнить, что сводка погоды составляется несколько позже, чем данные поступают со спутника.

На экране отображаются два типа информации о погоде: «текущая» погода и прогноз. Рядом с текущей информации отображается время составления сводки, а возле данных прогноза, вместо даты, показывается следующий набор символов: «_/__:_» *(рис. 12-22)*.

Система РЛС нового поколения (NEXRAD)

Система NEXRAD состоит из 159 метеорологических РЛС Допплера (WSR-88D), распределённых по всей территории США, а также некоторых других стран. NEXRAD представляет собой совместный проект министерств торговли, обороны и транспорта США. Система управляется Национальной метеорологической службой, Метеорологическим агентством ВВС США и FAA *(рис. 12-23)*.

Информация, поступающая от РЛС системы NEXRAD, бывает двух типов: уровня II и уровня III.

Информация уровня II

Распространением данных NEXRAD уровня II занимается Национальный центр климатических данных США (NCDC). Информация уровня II содержит значения трёх базовых параметров: коэффициента отражательной способности, средней радиальной скорости и ширины спектра.

Информация уровня III

NCDC регулярно распространяет метеорологическую информацию 41 вида. Графическая информация уровня III предоставляется в виде цифровых изображений, цветных и чёрно-белых распечаток или отпечатков на прозрачной ацетатной плёнке. Информация кодируется и распространяется через спутниковые системы, а также другими способами.

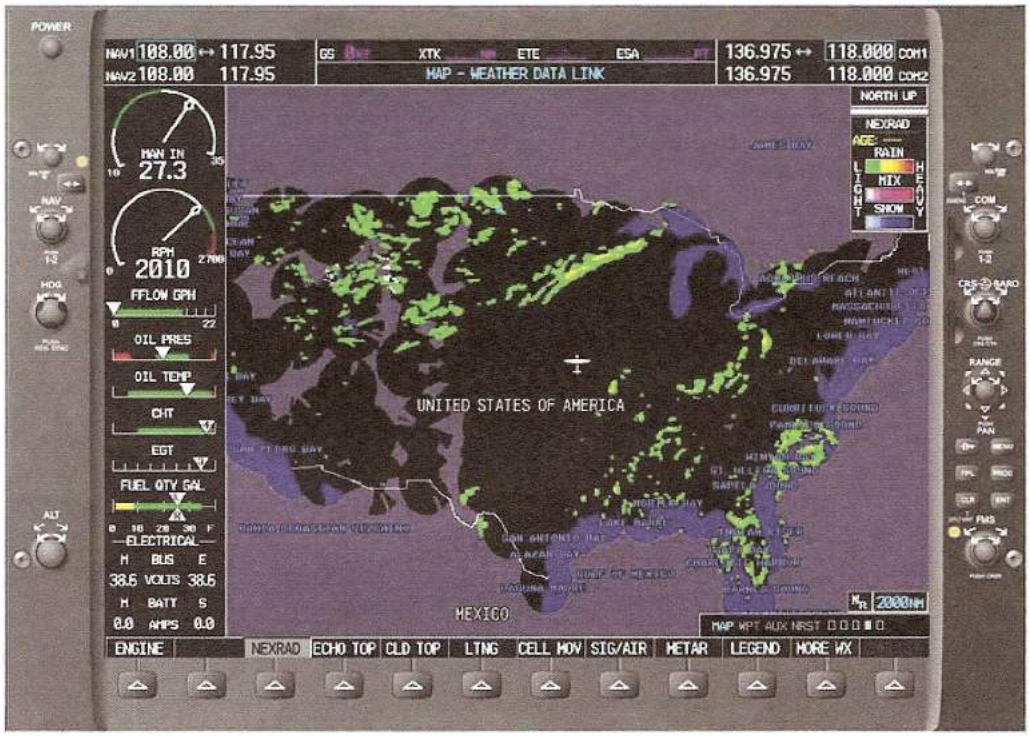


Рис. 12-23. Данные NEXRAD на электронном индикаторе.

Радиус территории, охватываемой данными NEXRAD уровня III, может достигать 2000 миль (3220 км). Необходимо понимать, что радиолокационные изображения обновляются не в режиме реального времени, и период их запаздывания может составлять до 5 минут. Радиолокационные снимки ни в коем случае нельзя использовать для ориентации в зоне грозы или грозового фронта. Графические данные РЛС следует использовать только в качестве справочной или дополнительной информации.

Режимы отображения данных NEXRAD, топографических данных (TOPO), данных рельефа (TERRAIN) и штормоскопа (STORMSCOPE) являются взаимоисключающими.

Когда включён режим NEXRAD, режимы TOPO, TERRAIN и STORMSCOPE автоматически отключаются, поскольку все эти режимы используют для отображения одни и те же цвета.

При включённом режиме NEXRAD может отображаться информация о грозовых помехах. Это позволяет создать более явственную картину погодных условий на прилегающей территории.

Помимо использования функциональных клавиш для управления режимом NEXRAD, пилот имеет возможность установить желаемый масштаб. Он может увеличить ту или иную область экрана, получая детальную информацию о погодных условиях *(рис. 12-24)*.

Искажения данных NEXRAD

Хотя система NEXRAD охватывает всю территорию страны и состоит из множества станций, это не исключает возникновения искажений и нарушений в её работе. Некоторые из искажений перечислены ниже:

- помехи от земной поверхности;
- стробирующие помехи и паразитные данные;
- стробирующие импульсы от солнца (когда антенна РЛС направлена прямо на солнце);
- помехи от зданий или гор, которые могут создавать затенённые области;
- засветка от фольги или металлической пыли, сбрасываемых с военных самолётов в целях нарушения работы радаров обнаружения.

Ограничения РЛС системы NEXRAD

Помимо перечисленных искажений, РЛС системы NEXRAD имеют определённые ограничения.

Отражательная способность

Отражательная способность РЛС системы NEXRAD не позволяет обнаруживать облачные слои или распознавать тип осадков. Например, пилот может принять дождь за град или наоборот.

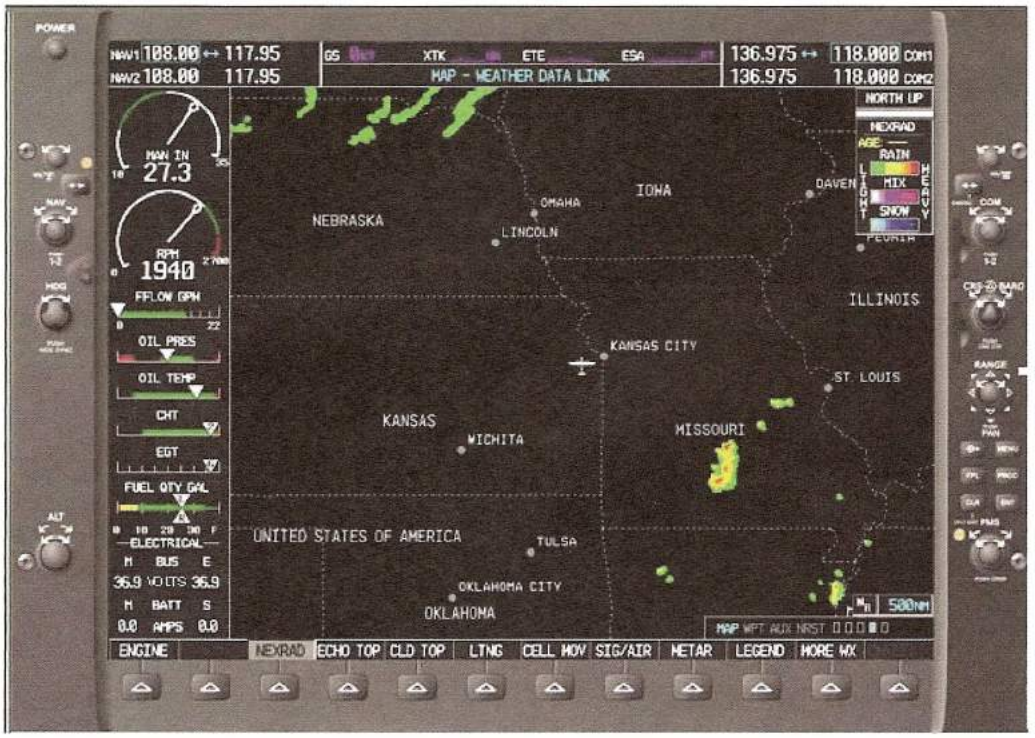


Рис. 12-24. Данные NEXRAD на электронном индикаторе (масштаб 500 миль). Индивидуальные цветовые пятна легко распознаются и интерпретируются с помощью легенды в верхнем правом углу экрана. При нажатии функциональной клавиши LEGEND на экране появится страница с дополнительной информацией.

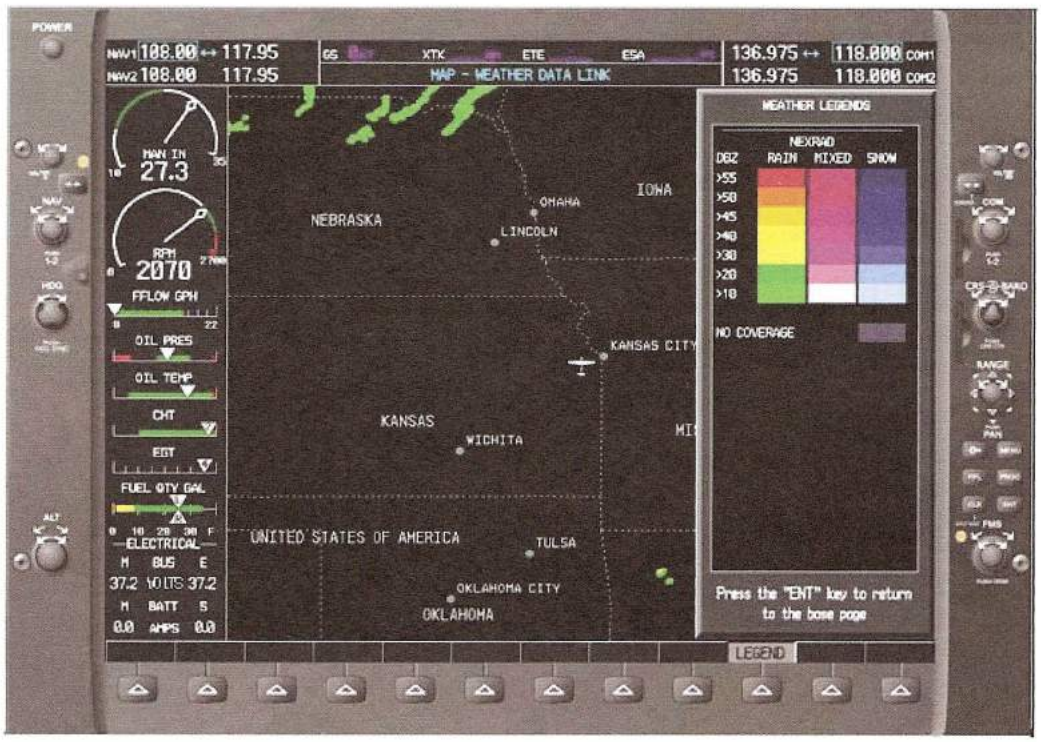


Рис. 12-25. Информационное окно карты AIRMET предлагает пилоту нажать клавишу «enter» для получения дополнительной информации о погоде в выбранном районе. При нажатии функциональной клавиши ENT в правой части отображается окно с текстовой информацией.

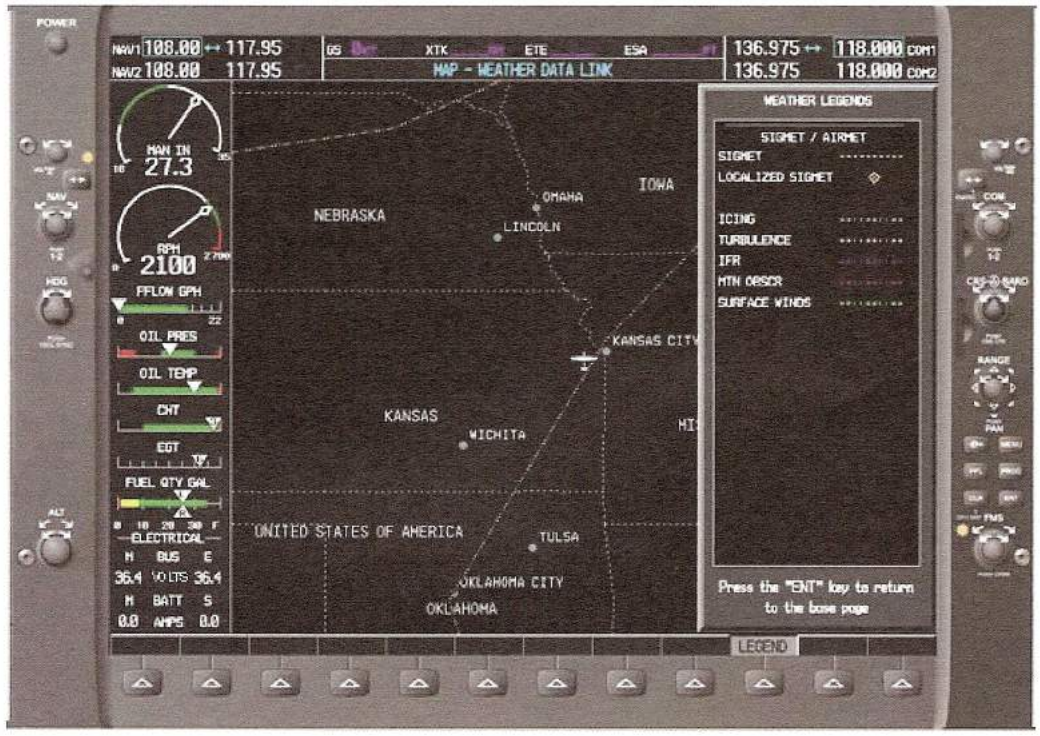


Рис. 12-26. Экран легенды карты SIGMET/AIRMET.

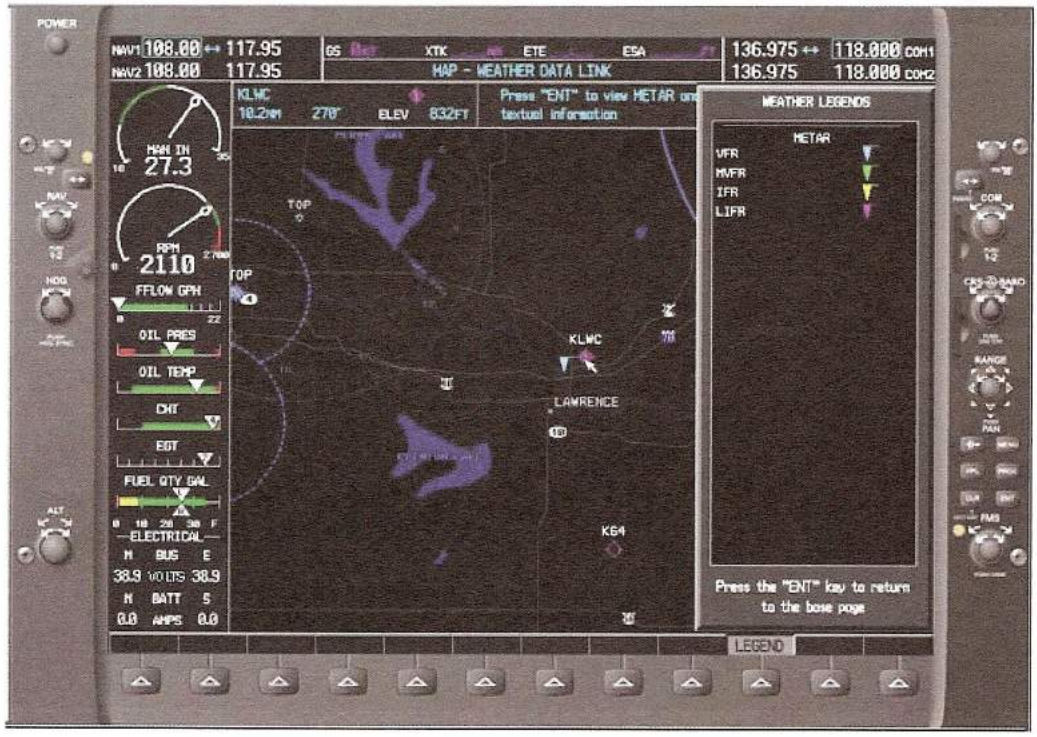


Рис. 12-27. Экран легенды карты METAR.

Помимо этого, отражательная способность РЛС ограничена минимальным углом возвышения антенны. РЛС не может обнаружить высотные грозы, происходящие непосредственно над местом её нахождения. Таким образом, каждая РЛС имеет область слепого пятна, которая может покрываться только сигналом соседней РЛС.

Разрешающая способность изображения

При увеличении масштаба отображения разрешающая способность графических данных также может стать ограничивающим фактором. Минимальная разрешающая способность отражающего сигнала РЛС NEXRAD — два километра. Это значит, что, когда масштаб увеличивается примерно до десяти миль, изображение становится более «зернистыми» — превращается в набор отдельных квадратов. В каждом квадрате будет показываться наиболее сильный отражающий сигнал в радиусе двух километров.

Отображение информации AIRMET/SIGMET

Площадь территории, описываемой информацией AIRMET/SIGMET, определяется дальностью видимости МФИ. Некоторые дисплеи способны отображать метеорологическую информацию в радиусе 2000 миль.

Области погодных явлений выделяются на карте пунктирными линиями *(рис. 12-25)*. Легенда указывает, каким цветом выделяются области таких погодных явлений, как обледенение, турбулентность, погодные условия ППП, ухудшение видимости в горных районах, а также приземные ветры *(рис. 12-26)*. Значительным преимуществом графического представления данных AIRMETS/SIGMETS является то, что пилот видит границы территории, описанной в сводке. Ему не приходится вручную определять координаты границ области покрытия.

Данные METAR в графическом представлении

Данные METAR могут выводиться на МФИ в виде карты. Каждая станция, передающая сводки METAR/TAF, обозначается флагом в центре символа аэропорта. Цвет флага указывает на тип текущей погоды в зоне передающей станции. Значения цветов описаны в легенде *(рис. 12-27)*.

На карте сводки METAR показываются все передающие станции в отображаемом районе. Установив ручку масштаба в значение «2000 миль», пилот имеет возможность получить информацию о текущих погодных условиях в аэропортах вдоль маршрута его полёта. Зная значения цветов каждого флага, он может быстро определить, в каких районах погода соответствует ПВП, ППП или минимальным ПВП. Система цветных флагов позволяет пилоту быстро принять решение о необходимости увеличить высоту над отдельными аэропортами или изменить маршрут, чтобы обогнуть их.

K

ГЛАВА 13

Авиационные операции в аэропорту

Каждый полёт, как правило, начинается и заканчивается в аэропорту. Аэропорт может представлять собой маленькое заброшенное лётное поле или быть огромным комплексом, используемым коммерческими авиалиниями. В настоящей главе рассматриваются основы эксплуатации аэропортов, компоненты аэропортовых комплексов и особенности управления воздушными судами в аэропорту или вблизи от него.

Типы аэропортов

Аэропорты бывают двух типов: с командно-диспетчерским пунктом (КДП) или без него. Помимо этого, аэропорты подразделяются на:

- гражданские — открытые для свободного доступа граждан;
- военные и правительственные — управляемые структурами Министерства обороны, Национальным управлением США по аэронавтике и исследованию космического пространства или другими государственными органами;
- частные — предназначенные для частного или ограниченного использования и закрытые для свободного доступа.

Аэропорты с командно-диспетчерским пунктом (КДП)

Командно-диспетчерский пункт (КДП) или «вышка» — место (здание, сооружение) в аэропорту, где располагаются авиадиспетчеры и руководитель полётов. Служба управления воздушным движением (УВД) отвечает за обеспечение безопасного, упорядоченного и рационального воздушного движения в зоне аэропорта. Пилоты, базирующиеся на аэропорте с КДП, обязаны поддерживать двустороннюю радиосвязь с диспетчерами службы УВД, подтверждать получение их команд и выполнять эти команды. При невозможности выполнить команду службы УВД пилот должен известить об этом диспетчера и запросить дополнительные инструкции. В экстренном случае пилот может нарушить команду службы УВД, но обязан незамедлительно сообщить диспетчеру об этом нарушении.

Аэропорты без КДП

Аэропорты без КДП не располагают централизованной службой УВД. При эксплуатации такого аэропорта (аэродрома) двусторонняя радиосвязь не является обязательной, хотя пилотам рекомендуется сообщать о

Службы аэропорта	Использование частот	Коммуникационные / вещательные процедуры		
		Исходящие	Входящие	При заходе на посадку по приборам
UNICOM (КДП и УВД отсутствуют)	Взаимодействуйте со станцией UNICOM на опубликованной частоте CTAF (122.7, 122.8, 122.725, 122.975, 123.0). Если это невозможно, используйте процедуру открытого оповещения о своих действиях на частоте CTAF.	Перед рулением и перед выездом на ВПП для взлёта.	За 10 миль до аэропорта. Заход на посадку по ветру, разворот и выход на посадочную прямую. Выезд с ВПП.	
КДП, УВД и UNICOM отсутствуют	Процедура открытого оповещения на частоте MULTICOM 122.9.	Перед рулением и перед выездом на ВПП для взлёта.	За 10 миль до аэропорта. Заход на посадку по ветру, разворот и выход на посадочную прямую. Выезд с ВПП.	В контрольной точке конечного этапа захода на посадку или при входе в конечный этап захода.
КДП отсутствует, открытая станция УВД	Взаимодействуйте со станцией УДВ на частоте CTAF.	Перед рулением и перед выездом на ВПП для взлёта.	За 10 миль до аэропорта. Заход на посадку по ветру, разворот и выход на посадочную прямую. Выезд с ВПП.	Заход на посадку закончен или прекращён.
Закрытая станция УВД, КДП отсутствует	Процедура открытого оповещения на частоте CTAF.	Перед рулением и перед выездом на ВПП для взлёта.	За 10 миль до аэропорта. Заход на посадку по ветру, разворот и выход на посадочную прямую. Выезд с ВПП.	
КДП или станция УВД не функционируют	Процедура открытого оповещения на частоте CTAF.	Перед рулением и перед выездом на ВПП для взлёта.	За 10 миль до аэропорта. Заход на посадку по ветру, разворот и выход на посадочную прямую. Выезд с ВПП.	

Рис. 13-1. Рекомендованные коммуникационные процедуры.

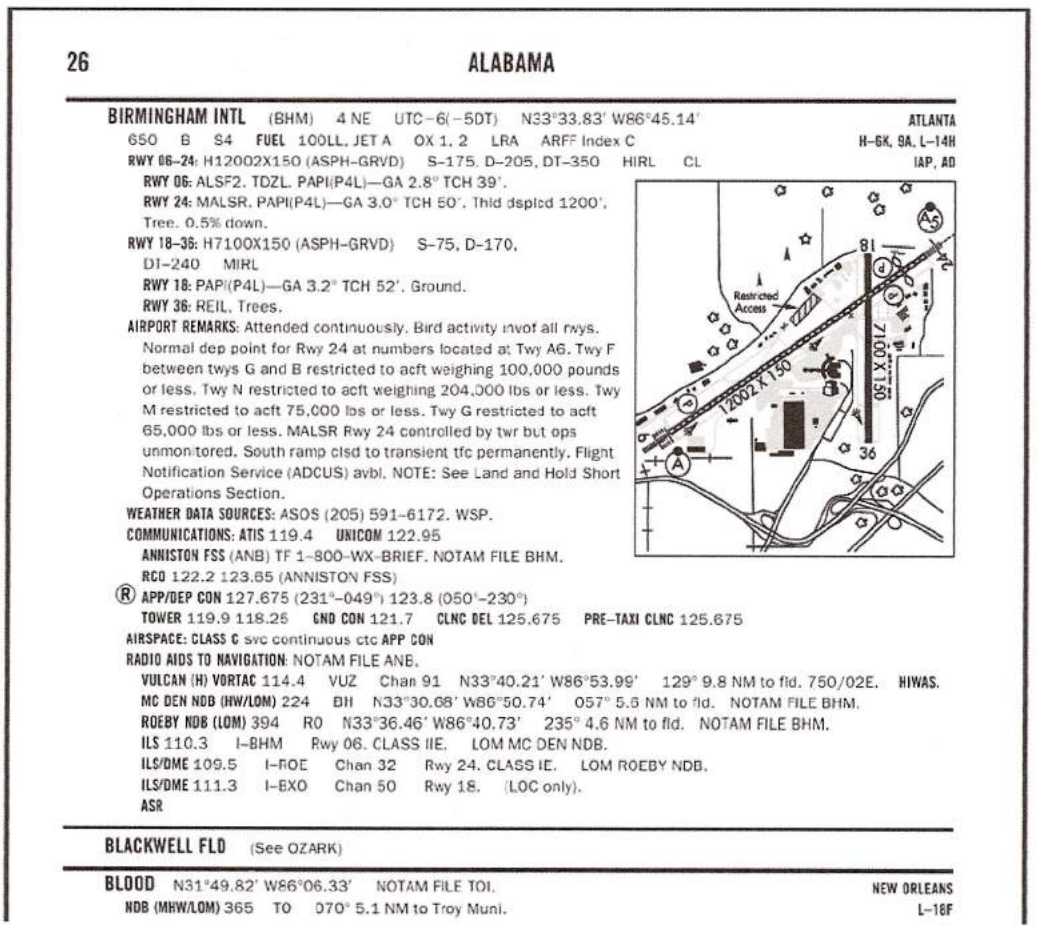
предполагаемых действиях на указанной радиочастоте с целью оповещения других воздушных судов в этом районе. При операциях в зоне аэропорта без КДП очень важным является правильный выбор общей радиочастоты. В США, Канаде и Австралии для обозначения общей радиочастоты используется аббревиатура CTAF (Common Traffic Advisory Frequency, общая частота для сообщений о воздушной обстановке). CTAF представляет собой радиочастоту, специально выделенную для сообщений участников воздушного движения в зоне аэропортов без КДП. Частоты CTAF могут находиться в диапазонах Универсальной объединённой системы связи (UNICOM), системы распределения частот MULTICOM, станций служб обеспечения полётов либо в диапазонах частот КДП и приводятся в соответствующих авиационных изданиях.

UNICOM — это сеть неправительственных радиокоммуникационных станций, которая обеспечивает радиосвязь воздух-земля на территории США, Канады и Австралии и может предоставлять информацию по аэропортам открытого пользования, не имеющим КДП. По запросу пилота станция UNICOM может предоставить ему данные о погодных условиях и направлении ветра, рекомендации по выбору ВПП и другую необходимую информацию. Если в качестве CTAF выделяется частота UNICOM, об этом сообщается в соответствующих профильных авиационных изданиях. На *рис. 13-1* приведены рекомендованные коммуникационные процедуры. Все вопросы радиосвязи будут более подробно изложены далее в настоящей главе.

Источники информации об аэропорте

Перед посадкой в незнакомом аэропорте необходимо ознакомиться с актуальной информацией, касающейся этого аэропорта. Эта информация должна включать в себя данные о частоты радиосвязи, доступных авиационных услугах, закрытых ВПП или строительстве на территории аэропорта. Информацию обычно можно получить из трёх источников:

- аэронавигационные карты;
- справочник аэропортов и наземных служб (A/FD);
- извещения пилотам (НОТАМы).



26 ALABAMA

BIRMINGHAM INTL (BHM) 4 NE UTC-6(-5DT) N33°33.83' W86°45.14' — ATLANTA
650 B S4 **FUEL** 100LL, JET A OX 1, 2 LRA ARFF Index C — H-6K, 9A, L-14H
RWY 06-24: H12002X150 (ASPH-GRVD) S-175, D-205, DT-350 HIRL CL — IAP, AD
RWY 06: ALSF2, TDZL, PAPI(P4L)—GA 2.8° TCH 39'.
RWY 24: MALSR, PAPI(P4L)—GA 3.0° TCH 50'. Thld dsplcd 1200'. Tree, 0.5% down.
RWY 18-36: H7100X150 (ASPH-GRVD) S-75, D-170, DT-240 MIRL
RWY 18: PAPI(P4L)—GA 3.2° TCH 52'. Ground.
RWY 36: REIL, Trees.
AIRPORT REMARKS: Attended continuously. Bird activity invof all rwys. Normal dep point for Rwy 24 at numbers located at Twy A6. Twy F between twys G and B restricted to acft weighing 100,000 pounds or less. Twy N restricted to acft weighing 204,000 lbs or less. Twy M restricted to acft 75,000 lbs or less. Twy G restricted to acft 65,000 lbs or less. MALSR Rwy 24 controlled by twr but ops unmonitored. South ramp clsd to transient tfc permanently. Flight Notification Service (ADCUS) avbl. NOTE: See Land and Hold Short Operations Section.
WEATHER DATA SOURCES: ASOS (205) 591-6172. WSP.
COMMUNICATIONS: ATIS 119.4 **UNICOM** 122.95
ANNISTON FSS (ANB) TF 1-800-WX-BRIEF. NOTAM FILE BHM.
RCO 122.2 123.65 (ANNISTON FSS)
Ⓡ **APP/DEP CON** 127.675 (231°-049°) 123.8 (050°-230°)
TOWER 119.9 118.25 **GND CON** 121.7 **CLNC DEL** 125.675 **PRE-TAXI CLNC** 125.675
AIRSPACE: CLASS C svc continuous ctc **APP CON**
RADIO AIDS TO NAVIGATION: NOTAM FILE ANB.
VULCAN (H) VORTAC 114.4 VUZ Chan 91 N33°40.21' W86°53.99' 129° 9.8 NM to fld. 750/02E. **HIWAS.**
MC DEN NDB (HW/LOM) 224 BH N33°30.68' W86°50.74' 057° 5.6 NM to fld. NOTAM FILE BHM.
ROEBY NDB (LOM) 394 RO N33°36.46' W86°40.73' 235° 4.6 NM to fld. NOTAM FILE BHM.
ILS 110.3 I-BHM Rwy 06. CLASS IIE. LOM MC DEN NDB.
ILS/DME 109.5 I-ROE Chan 32 Rwy 24. CLASS IE. LOM ROEBY NDB.
ILS/DME 111.3 I-BXO Chan 50 Rwy 18. (LOC only).
ASR

BLACKWELL FLD (See OZARK)

BLOOD N31°49.82' W86°06.33' NOTAM FILE TOI. — NEW ORLEANS
NDB (MHW/LOM) 365 TO 070° 5.1 NM to Troy Muni. — L-16F

Рис. 13-2. Фрагмент справочника A/FD.

Аэронавигационные карты

На аэронавигационные карты наносится краткая информация об аэропортах. В главе 15, «Аэронавигация», приведены фрагменты аэронавигационных карт и их легенд, содержащих используемые на этих картах.

Справочник аэропортов и наземных служб (A/FD)

Справочник аэропортов и наземных служб (Airport/Facility Directory, A/FD) содержит наиболее полную и подробную информацию о конкретном аэропорте. В нём перечисляются все аэропорты, вертолётные площадки и гидроаэродромы, открытые для свободного доступа. Справочник A/FD состоит из семи томов. Данные упорядочены по регионам и обновляются каждые 56 дней. Справочник также доступен в электронном виде в Интернете по адресу: http://avn.faa.gov/afd.asp. На *рис. 13-2* приведён фрагмент справочника. Для получения полной информации о том, какие данные приводятся в справочнике A/FD и как им пользоваться, обратитесь к «примеру использования условных обозначений», содержащемуся в начале каждого справочника.

Помимо информации об аэропортах, каждый справочник содержит следующие сведения:

- особые уведомления;
- телефонные номера Федерального управления гражданской авиации США (FAA) и Национальной метеорологической службы (NWS);
- рекомендованные маршруты полётов в соответствии с ППП;
- промежуточные пункты маршрутов полётов в соответствии с ПВП;
- перечень контрольных точек проверки приёмников всенаправленных УКВ-маяков (VOR);
- бюллетени об изменениях в аэронавигационных картах;
- операции посадки и кратковременного ожидания (LAHSO) в некоторых аэропортах;
- схемы движения в некоторых аэропортах с КДП;
- параметры станций консультативного обслуживания маршрутных полётов (EFAS);
- зоны прыжков с парашютом;
- телефонные номера наземных служб.

Каждому пилоту надлежит ознакомиться со справочником A/FD и уметь им пользоваться.

Извещения пилотам (НОТАМы)

НОТАМы содержат самую последнюю аэронавигационную информацию. Прежде всего, это важные сведения об аэропортах и изменениях, затрагивающих Национальную систему УВД США (NAS) и касающихся полётов в условиях ППП. НОТАМы подразделяются на три категории: NOTAM-D (дистанционные), NOTAM-L (местные) и НОТАМ центров сбора и обработки полётных данных (FDC). Сводки NOTAM-D прилагаются к ежечасным бюллетеням погоды и распространяются автоматическими и неавтоматическими станциями службы обеспечения полётов (FSS).

Сводки FDC выпускаются Национальным центром сбора и обработки полётных данных и содержат регламентирующие сведения, например, временные полётные ограничения или поправки к процедурам инструментального захода на посадку.

Сводки NOTAM-D и FDC содержатся в официальном сборнике НОТАМов, который публикуется каждые 28 дней. Перед полётом пилот должен ознакомиться со всеми НОТАМами, которые могут касаться условий предполагаемого полёта.

Сводки NOTAM-D содержат информацию о закрытых рулёжных дорожках, наземном оборудовании вблизи рулёжных дорожек и путях движения персонала, пересекающих их, а также о светосигнальном оборудовании, не влияющем на инструментальный заход на посадку (например, системе визуальной индикации глиссады, VASI). Сводки NOTAM-D распространяются только в зоне аэропорта и не прилагаются к ежечасным бюллетеням погоды. Каждая станция службы обеспечения полётов ведёт сборник местных НОТАМов своего района. Для получения информации сводок NOTAM-D другого района необходимо обратиться напрямую к станции службы обеспечения полётов этого района.

Маркировка и обозначения в аэропорту

В аэропортах используются специальные знаки и маркировка, которые указывают направление движения и обеспечивают пилотов необходимой информацией о работе служб аэропорта. Ниже будут рассмотрены наиболее распространённые знаки и маркировка. Дополнительные сведения можно получить, обратившись к главе 2, «Аэронавигационное светосигнальное оборудование и другие визуальные средства в аэропортах» Сборника аэронавигационной информации» FAA (AIM).

Разметка ВПП

Разметка ВПП зависит от назначения конкретного аэропорта. На *рис. 13-3* показана ВПП, предназначенная для точного инструментального захода на посадку. Разметка типовых ВПП, предназначенных для посадки в соответствии с ПВП, может ограничиваться нанесением осевой линии и номера ВПП.

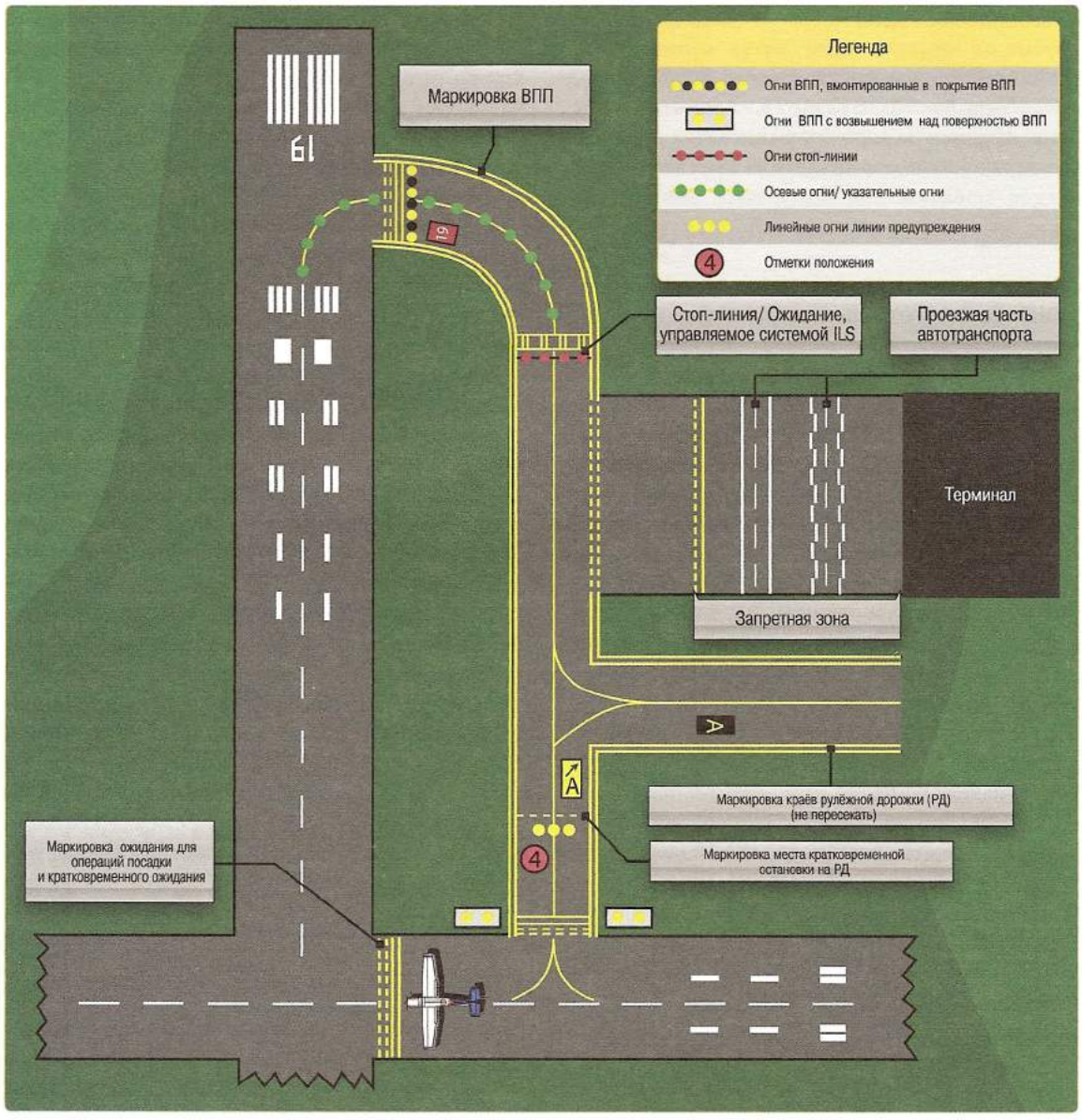


Рис. 13-3. Разметка путей движения аэропорта и наземное светосигнальное оборудование.

Поскольку во время взлёта и посадки ЛА подвержены воздействию ветра, ВПП в аэропортах располагаются с учётом преобладающих в данной местности ветров. ВПП нумеруются согласно магнитному курсу (относительно направления северного меридиана), на котором они расположены. В некоторых аэропортах имеются две и даже три ВПП, расположенные в одном и том же направлении (магнитном курсе). Такие ВПП называются параллельными и отличаются буквами, добавляемыми к номеру ВПП: например, ВПП 36L (левая), 36C (центральная), 36R (правая).

Некоторые ВПП имеют так называемый «смещённый» порог (начало участка, который может использоваться для посадки ЛА). Порог ВПП может быть смещён из-за препятствий, расположенных вблизи конца ВПП. Хотя в этом случае посадка на участке между торцом и порогом ВПП невозможна, этот отрезок может использоваться для руления, взлёта или послепосадочного пробега. В некоторых аэропортах ВПП снабжены зонами концевой полосы безопасности и/или тормозной площадки. Концевая полоса безопасности — это участок, где спутные струи воздушных винтов или струи выхлопов реактивных двигателей могут рассеиваться, не разрушая поверхность земли и не создавая угрозы окружающим объектам. Тормозная площадка — это участок с твёрдым покрытием, позволяющий ЛА замедлить

движение до полной остановки (без выкатывания за пределы ВПП) в случае прерванного взлёта. Эти зоны не могут использоваться для взлёта или посадки.

Разметка рулёжных дорожек

Рулёжные дорожки (РД) используются для движения ЛА из стояночной зоны к ВПП. Рулёжные дорожки выделяются сплошной жёлтой осевой линией, а также могут иметь краевую разметку для обозначения границ дорожки. Как правило, это делается тогда, когда границы рулёжной дорожки не совпадают с краями бетонного покрытия. Если краевая разметка представляет собой сплошную линию, это означает, что расположенная за ней бетонированная площадка не предназначена для движения ЛА. Если разметка выполнена пунктирной линией, это означает, что ЛА могут двигаться по этой части бетонированного покрытия. В том месте, где рулёжная дорожка переходит в ВПП, на неё может наноситься маркировка места остановки ЛА. Эта разметка состоит из четырёх жёлтых линий (двух сплошных и двух пунктирных). Сплошные линии указывают на место, где ЛА должен остановиться. В некоторых аэропортах маркировка места остановки наносится и на ВПП. Это делается, когда две ВПП пересекаются между собой. В таких случаях пилоты могут получать от службы УВД указания следующего типа: «Посадка разрешена, остановитесь перед ВПП 30».

Другая маркировка

Помимо вышеперечисленных, в аэропортах имеются и другие типы маркировки. Среди них: разметка движения автомобильного транспорта, контрольные площадки проверки приёмников всенаправленных УКВ-маяков (VOR), а также разметка границ территории, где движение запрещено.

Разметка дорожного движения автотранспорта наносится в тех случаях, когда пути перемещения автомобилей пересекают рулёжные дорожки или ВПП. Эта разметка обычно представляет собой сплошную белую линию вдоль каждого края проезжей части и пунктирные линии, обозначающие полосы движения. Вместо сплошных линий края проезжей части могут обозначаться прерывистыми (в стиле «застёжки-молнии») линиями *(рис. 13-4)*.

Контрольные площадки проверки приёмников VOR выделяются нанесённой на бетонное покрытие окружностью со стрелкой в центре. Стрелка указывает направление азимута площадки. В этих точках пилоты могут проверить работу бортовых приборов по сигналам навигационных средств.

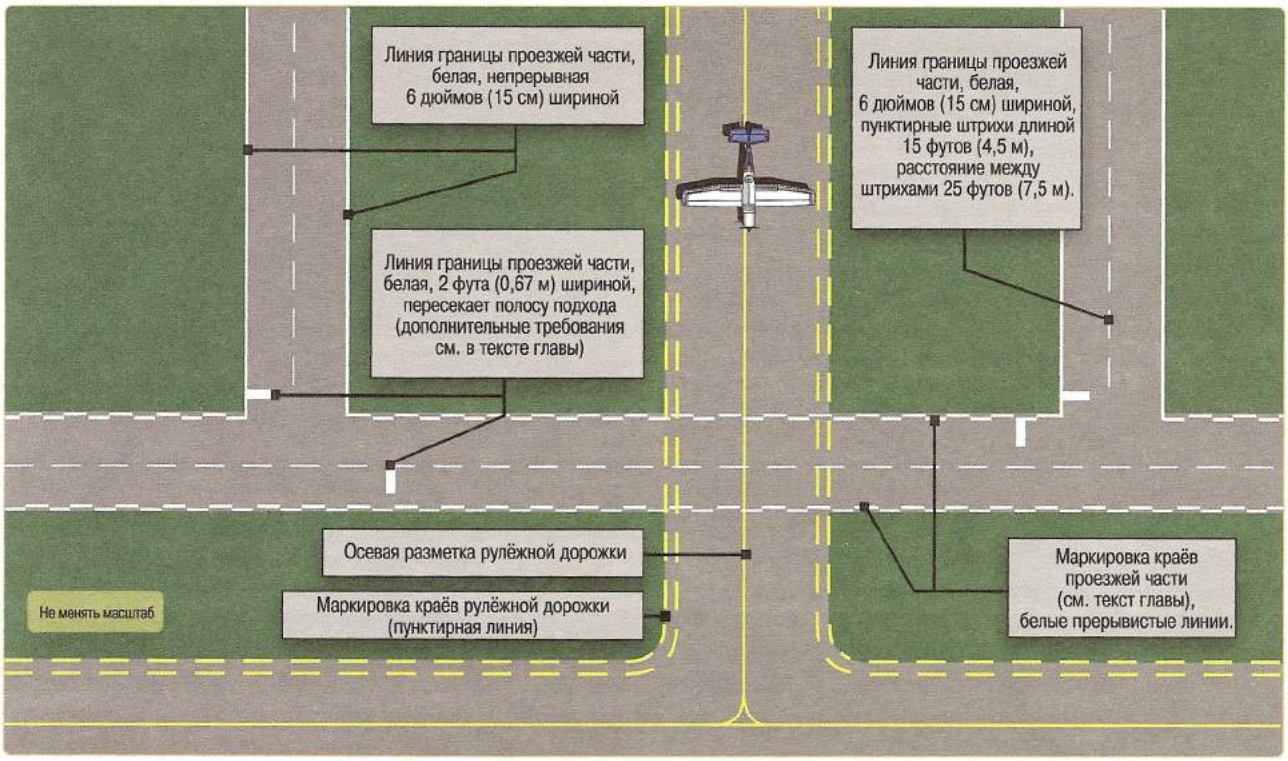


Рис. 13-4. Разметка дорожного движения автотранспорта.

Границы запрещённых для движения областей обычно обозначаются двумя жёлтыми линиями (сплошной и пунктирной).

Маркировочные знаки аэропортов

В аэропортах используются маркировочные знаки шести типов. Чем более сложен план аэропорта, тем большую важность эти знаки приобретают для пилота. На *рис. 13-5* показаны примеры знаков, их назначение и предписываемые действия. Типы маркировочных знаков:

- Обязательные для исполнения знаки — белая надпись на красном фоне. Эти знаки указывают на начало ВПП, опасные или запрещённые зоны.
- Знаки расположения — жёлтая надпись на чёрном фоне с жёлтой границей, без стрелок. Эти знаки указывают на расположения рулёжной дорожки или ВПП, определяют границу ВПП или обозначают критические участки инструментальной системы посадки (ILS).
- Знаки направления — чёрная надпись на жёлтом фоне. Эти знаки устанавливаются в местах пересечения рулёжных дорожек и информируют о направлениях, выходящих из перекрёстка дорожек.
- Указатели маршрута — чёрная надпись на жёлтом фоне, могут содержать стрелки. Эти знаки помогают определить местонахождение различных объектов (ВПП, терминалов, грузовых зон и др.).
- Информационные знаки — чёрная надпись на жёлтом фоне. С помощью этих знаков пилоты получают информацию о расположении зон, не видимых с КДП, используемых радиочастотах и мерах по уменьшению шума. Наличие, размер и местоположение таких знаков определяются руководством аэропорта.
- Знаки дистанции до окончания ВПП — белые цифры на чёрном фоне. Цифры отображают дистанцию до окончания ВПП в тысячах футов.

Светосигнальное оборудование аэропорта

Большинство аэропортов оснащены световым оборудованием для обеспечения лётной деятельности в ночное время. Тип и параметры осветительных систем определяются интенсивностью и сложностью операций конкретного аэропорта. Светосигнальное оборудование аэропортов стандартизовано, так что для обозначения ВПП и рулёжных дорожек разных аэропортов используются огни одних и тех же цветов.

Тип знака	Назначение или действие	Тип знака	Назначение или действие
4-22	Место кратковременного ожидания на пересечении рулёжной дорожки и ВПП: перед пересечением ВПП сделайте кратковременную остановку		Граница безопасной/свободной от препятствий зоны ВПП: определяет границы защищённых зон ВПП
26-8	Место кратковременного ожидания на пересечении рулёжных дорожек: перед пересечением перекрёстка сделайте кратковременную остановку		Граница критической области системы инструментальной посадки ILS: определяет границы критической области ILS
8-APCH	Место кратковременного ожидания при приближении к ВПП: сделайте кратковременную остановку, приближаясь к ВПП	J→	Направление рулёжной дорожки: определяет направление и конечные пункты пересекающихся рулёжных дорожек
ILS	Место кратковременного ожидания перед критической областью системы инструментальной посадки:сделайте кратковременную остановку перед критической областью ILS	↙L	Съезд с ВПП: Определяет направление и конечный пункт рулёжной дорожки, ведущей от ВПП
⊖	Проезд запрещён: указывает на области с твёрдым покрытием, куда въезд ЛА запрещён	22↑	Направление отбытия: указывает направление, в котором производится взлёт
B	Указатель рулёжной дорожки: идентифицирует рулёжную дорожку, по которой движется ЛА	↖MIL	Направление прибытия: указывает направление, в котором производится приземление
22	Указатель ВПП: идентифицирует ВПП, на которой находится ЛА		Маркёр конца рулёжной дорожки: указывает на то, что рулёжная дорожка заканчивается
4	Расстояние до конца ВПП: указывает оставшуюся дистанцию до конца ВПП в тысячах футов	↙A G L→	Блок указателей направления: указывает направления на пересечении рулёжных дорожек

Рис. 13-5. Маркировочные знаки аэропортов.

Световой маяк аэропорта

Световые маяки помогают пилоту опознать аэропорт в ночное время. Маяки работают от заката и до рассвета. Иногда их включают при нижней кромке облачности менее 1000 футов (300 м) или при дальности приземной видимости менее 3 сухопутных миль (5 км) (минимум ПВП). Однако это не является обязательным, так что обязанность определить, соответствует ли погода требованиям ПВП, лежит на пилоте. Световой луч маяка располагается в вертикальной плоскости, что делает маяк наиболее эффективным при обзоре из сектора от 1° до 10° над горизонтом, хотя его можно видеть и далеко за пределами этой области. Маяк может быть оснащён всенаправленным разрядно-конденсаторным устройством или вращаться с постоянной скоростью – в этом случае он испускает свет вспышками, происходящими через равные интервалы времени. Комбинация цветов сигналов маяка указывает на тип аэропорта *(рис. 13-6)*. Некоторые из наиболее распространённых световых сигналов:

- вспышки белого и зелёного света — гражданский наземный аэропорт;
- вспышки белого и жёлтого света — гидроаэропорт;
- вспышки белого, жёлтого и зелёного света — вертолётный аэропорт;
- две короткие белые вспышки, затем зелёная вспышка — военный аэропорт.

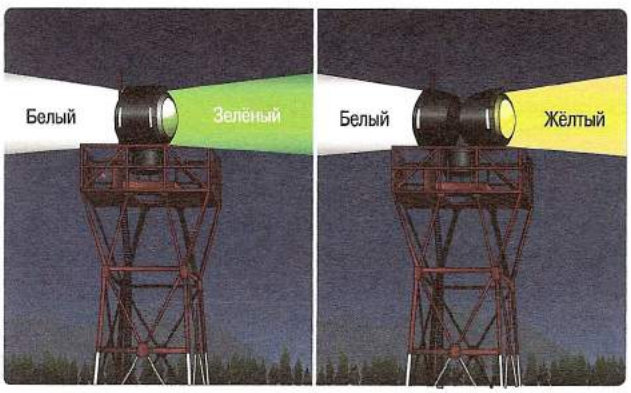


Рис. 13-6. Вращающиеся световые маяки аэропорта.

Системы огней приближения

Основная задача огней приближения — обеспечить возможность перехода от полёта по ППП к заходу на посадку по ПВП. Конфигурация группы огней приближения зависит от того, оборудована ли ВПП системой инструментальной посадки. Иногда ВПП оснащаются системой последовательно мигающих огней, которые для пилота выглядят как световой шар, движущийся по направлению к ВПП с высокой скоростью. Огни приближения также помогают пилотам, заходящим на посадку по ПВП в ночное время.

Визуальные индикаторы глиссады

Визуальные индикаторы глиссады указывают пилоту правильное положение глиссады и могут использоваться при заходе на посадку как днём, так и в ночное время. Движение по указанной системой глиссаде позволяет пилоту безопасно преодолеть препятствия перед посадкой и обеспечивает касание земли на необходимом участке ВПП.

Визуальный индикатор захода на посадку (VASI)

Система огней VASI относится к наиболее распространённым инструментам визуальной индикации глиссады. VASI обеспечивает преодоление препятствий в секторе 10° над осевой линией ВПП и на дистанции до 4 морских миль (7,4 км) от порога ВПП.

VASI представляет собой световые блоки, расположенные в виде полос перпендикулярно осевой линии ВПП. Бывают двух- и трёхполосные системы VASI. Двухполосные системы состоят из ближней и дальней световых полос, а трёхполосные — из ближней, средней и дальней. Двухполосные VASI обозначают одну визуальную глиссаду со стандартным углом наклона 3°. Трёхполосные VASI обозначают две глиссады: нижняя со стандартным углом наклона 3°, верхняя располагается на 0,25° выше нижней.

Принцип действия VASI основан на разнице между лучами красного и белого цвета. Каждый фонарь системы излучает белый свет (в верхней своей части) и красный (в нижней). Огни расположены таким образом, что, в зависимости от нахождения ЛА на глиссаде, выше или ниже её, пилот видит сочетание огней разного цвета, как показано на *рис. 13-7*.

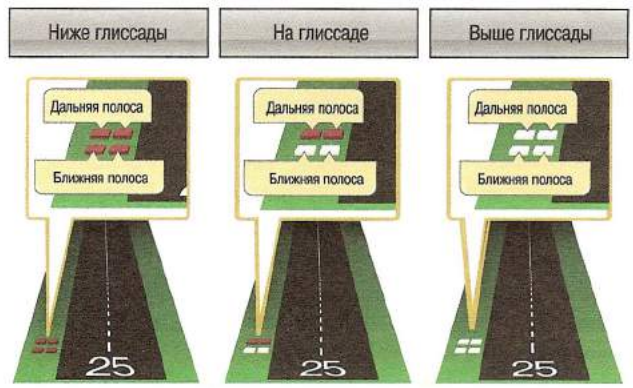


Рис. 13-7. Двухполосная система огней VASI.

Рис. 13-8. Указатель точной траектории захода на посадку.

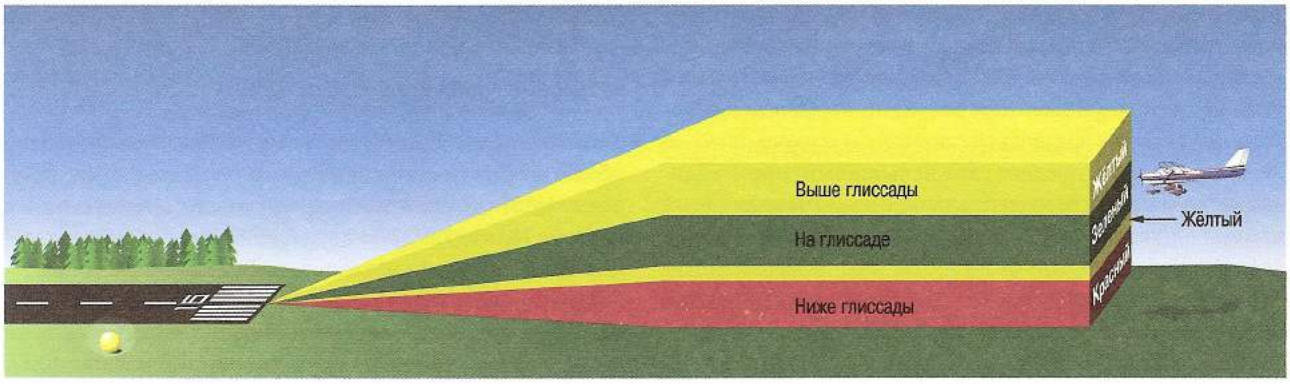


Рис. 13-9. Трёхцветный индикатор глиссады.

Другие системы индикации глиссады

Указатель точной траектории захода на посадку (PAPI) по принципу действия аналогичен VASI, за исключением того, что огни этой системы располагаются в один ряд (обычно, слева от ВПП) *(рис. 13-8)*.

Трёхцветный индикатор глиссады представляет собой единственный источник, указывающий траекторию захода на посадку в форме трёхцветного луча. Область ниже глиссады освещена красным светом, сектор глиссады — зелёным, область выше глиссады — жёлтым. Находясь ниже глиссады, пилот может видеть небольшую полоску янтарного света. Не следует принимать её за световую индикацию области выше глиссады *(рис. 13-9)*.

Пульсирующий визуальный индикатор глиссады обычно представляет собой единственный источник света двух цветов, освещающий посадочную прямую над ВПП, на которой установлен индикатор. Сектор глиссады обозначается непрерывным белым светом. Область немного ниже глиссады обозначается непрерывным красным светом. Если ЛА опускается ниже глиссады, красный свет начинает пульсировать. Область выше глиссады освещается пульсирующим белым светом. По мере отклонения ЛА выше или ниже глиссады частота пульсации света возрастает.

Эффективная дальность действия системы — примерно 4 мили (6,4 км) днём и до 6 миль (9,7 км) в ночное время *(рис. 13-10)*.

Светосигнальное оборудование ВПП

Основная задача светосигнального оборудования взлётно-посадочной полосы — обеспечивать безопасную посадку и взлёт ЛА в ночное время и в сумерках, а также в условиях ограниченной видимости.

Опознавательные огни торца ВПП (REIL)

Опознавательные огни торца ВПП (REIL) устанавливаются во многих аэропортах для быстрого и безошибочного определения начала ВПП (её торцевой части). Система состоит из пары синхронно мигающих огней, расположенных с обеих сторон торца ВПП. Огни REIL могут быть либо всенаправленными, либо однонаправленными (в сторону зоны захода на посадку).

Посадочные огни ВПП

Посадочные огни предназначены для указания боковых краёв ВПП в ночное время и в условиях ограниченной видимости. Огни классифицируются в соответствии с интенсивностью светового излучения: огни ВПП высокой интенсивности (HIRL), средней интенсивности (MIRL) и низкой интенсивности (LIRL). Огни HIRL и MIRL снабжены регулировкой интенсивности света. Посадочные огни всегда излучают белый свет, за исключением ВПП с оборудованием для посадки по приборам — в этом случае концевые участки ВПП

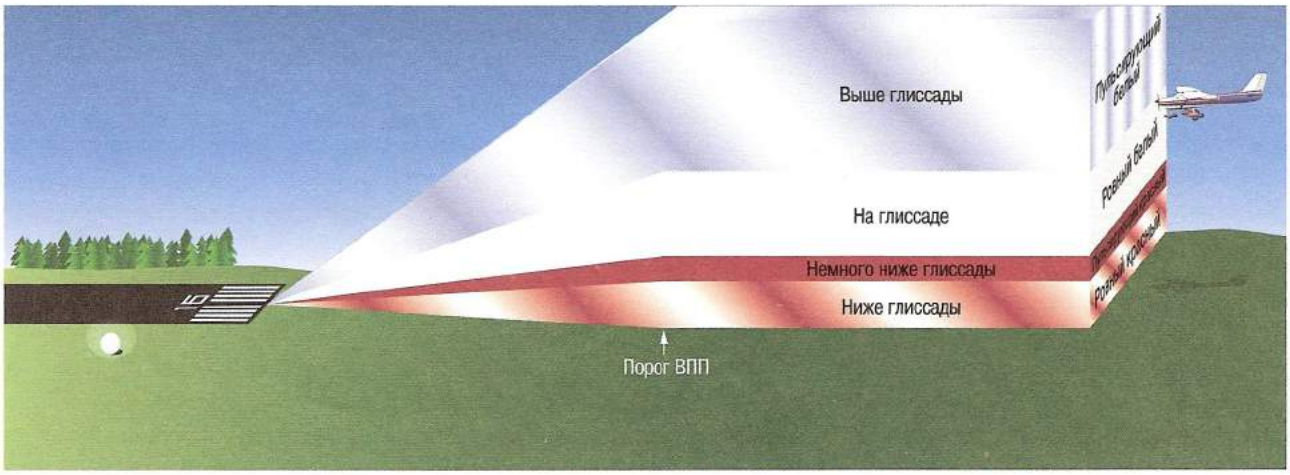


Рис. 13-10. Пульсирующий визуальный индикатор глиссады.

маркируются жёлтыми посадочными огнями. Для ВПП длиной более 4000 футов (1200 м) длина концевого участка составляет 2000 футов (600 метров), для более коротких ВПП жёлтыми огнями обозначается вторая половина длины ВПП. Конец ВПП маркируется огнями, излучающими красный свет.

Внутренние огни ВПП

Система осевых огней ВПП устанавливается на некоторых ВПП, оборудованных для точного захода на посадку, для указания пилоту продольной оси ВПП в условиях плохой видимости. Огни располагаются вдоль осевой линии ВПП с интервалом 50 футов (15 м). Осевые огни, установленные на последних 1000 футах (300 м) ВПП (если смотреть со стороны её входной кромки), излучают красный свет в направлении к ЛА, движущемуся по ВПП. На участке 3000-1000 футов (900-300 м) от конца ВПП осевые огни излучают красный и белый свет попеременно, а на остальном участке до порога ВПП — белый.

Огни зоны касания устанавливаются на некоторых ВПП, оборудованных для точного захода на посадку, и служат для обозначения зоны касания на ВПП с целью облегчения посадки в условиях плохой видимости. Система состоит из двух рядов поперечных световых полос, расположенных симметрично вдоль осевой линии ВПП и излучающих постоянный белый свет. Зона огней приземления начинается в 100 футах (30 м) от входной кромки ВПП и заканчивается в 3000 футах (900 м) от кромки. Для ВПП длиной менее 6000 футов (1800 м) зона огней приземления заканчивается на середине длины ВПП.

Осевые рулёжные огни схода служат для указания осевой линии рулёжных дорожек, обеспечивающих выход с ВПП. Их дополнительной функцией является предупреждение пилотов и водителей автотранспорта о приближении к ВПП или критической зоне инструментальной/микроволновой системы посадки (ILS/MLS). Осевые рулёжные огни схода представляют собой ряд попеременно устанавливаемых зелёных и жёлтых огней, начинающийся с центра ВПП и заканчивающийся непосредственно за местом ожидания у ВПП или у критической зоны ILS/MLS.

Осевые рулёжные огни входа служат для указания осевой линии рулёжных дорожек, обеспечивающих въезд на ВПП. По цветовой маркировке эти огни аналогичны осевым рулёжным огням схода. Огни схода/входа являются двунаправленными: одна сторона источника света подаёт сигнал схода с ВПП, другая — сигнал входа на ВПП. Каждый из огней излучает свет одного и того же цвета в обоих направлениях.

Огни посадки и кратковременного ожидания обозначают место кратковременного ожидания на некоторых ВПП, предназначенных для операций LAHSO. Огни посадки и кратковременного ожидания представляют собой ряд пульсирующих белых огней, установленных поперёк ВПП в месте кратковременного ожидания. Горящие огни означают, что система LAHSO функционирует, не горящие — что она отключена.

Управление светосигнальным оборудованием аэропорта

В аэропортах с КДП управление светосигнальным оборудованием осуществляется диспетчерами службы УВД. В аэропортах без КДП освещение может включаться по таймеру. Если в аэропорте имеется станция службы обеспечения полётов, светосигнальное оборудование может управляться специалистами этой службы. Если в аэропорту присутствуют специалисты службы УВД или станции службы обеспечения полётов,

или отключении тех или иных светосигнальных систем, а также запросить необходимую интенсивность освещения. В некоторых аэропортах без КДП пилоты могут контролировать освещение по радиосвязи. Для этого необходимо выбрать установленную радиочастоту и нажать кнопку радиомикрофона определённое число раз. Для получения информации об аэропортах, в которых освещение контролируется пилотами, обратитесь к справочнику A/FD *(рис. 13-11)*.

Освещение рулёжных дорожек (РД)

Всенаправленные огни рулёжных дорожек (РД) указывают на края РД и излучают синий свет. Во многих аэропортах интенсивность этих огней может регулироваться диспетчером службы УВД по мере необходимости или в соответствии с запросом пилота. Некоторые аэропорты оснащены также осевыми огнями РД, излучающими зелёный свет.

Светосигнальная маркировка препятствий

Нажатие кнопки микрофона	Функция
7 раз в течение 5 секунд	Максимальная интенсивность освещения
5 раз в течение 5 секунд	Средняя или низкая интенсивность освещения
3 раза в течение 5 секунд	Минимальная интенсивность освещения

Рис. 13-11. Управление светосигнальным оборудованием ВПП по радио.

Находящиеся в зоне аэропорта препятствия маркируются предупредительным знаком или световым сигналом, оповещающим пилота об их наличии как в дневное, так и в ночное время суток. Заградительная маркировка может устанавливаться как на территории аэропорта, так и за его пределами. Заградительная маркировка бывает следующих разновидностей:

- красные заградительные огни — в ночное время излучают пульсирующий или непрерывный красный свет; в целях дневного обнаружения препятствия маркированы оранжевым и белым цветами;
- белые заградительные огни высокой интенсивности — круглосуточно излучают пульсирующий белый свет высокой интенсивности; ночью интенсивность света снижается;
- двойное освещение — в ночное время сочетание пульсирующих красных световых маяков и непрерывно горящих красных огней; в дневное время белые огни высокой интенсивности.

Указатели направления ветра

Для пилота крайне важно знать направление ветра. В аэропортах с действующим КДП эту информацию пилотам сообщают специалисты службы УВД. Параметры ветра можно также узнать у сотрудников станции службы обеспечения полётов, расположенной возле аэропорта, или запросить на радиочастоте CTAF (если в аэропорту ведётся вещание на этой частоте).

Когда все вышеперечисленные способы недоступны, определить направление ветра можно с помощью визуальных указателей. Необходимо свериться с этими указателями даже в том случае, если информация на радиочастоте CTAF доступна, поскольку всегда существует вероятность, что она не соответствует действительности.

В качестве указателя направления ветра может выступать ветровой конус, ветровой рукав, четырёхгранный или Т-образный ветроуказатель. Обычно они располагаются в непосредственной близости от ВПП и могут устанавливаться в центре сегментированного круга, указывающего на направления маршрутов движения в зоне аэропорта (если порядок движения отличается от обычного левостороннего) *(рис. 13-12* и *13-13)*.

Установленные маршруты движения

В аэропортах без КДП функцию оповещения пилотов о маршрутах движения в зоне аэропорта выполняет сегментированный круговой индикатор *(рис. 13-13)*. Сегментированный круг обычно располагается в месте, обеспечивающем максимальную видимость с воздуха и земли, и состоит из следующих компонентов: указатели направления ветра, указатели направления посадки, указатели ВПП и указатели маршрута движения.

Четырёхгранный индикатор указывает направления взлёта и посадки, когда погодные условия в аэропорту позволяют его использовать. Он может располагаться в центре сегментированного круга и в ночное время иногда подсвечивается. Острые концы четырёхгранника указывают направление посадки. Пилоты не должны использовать четырёхгранный индикатор для других целей, помимо указания направления посадки. В аэропортах с КДП четырёхгранный индикатор следует использовать только в тех случаях, когда диспетчерская вышка не функционирует. Указания КДП имеют более высокий приоритет, чем направление, отображаемое четырёхгранником.

Хорошим источником информации может служить ветровой рукав, поскольку он не только указывает направление ветра, но и позволяет оценить его скорость, наличие порывов и жёсткость погоды.

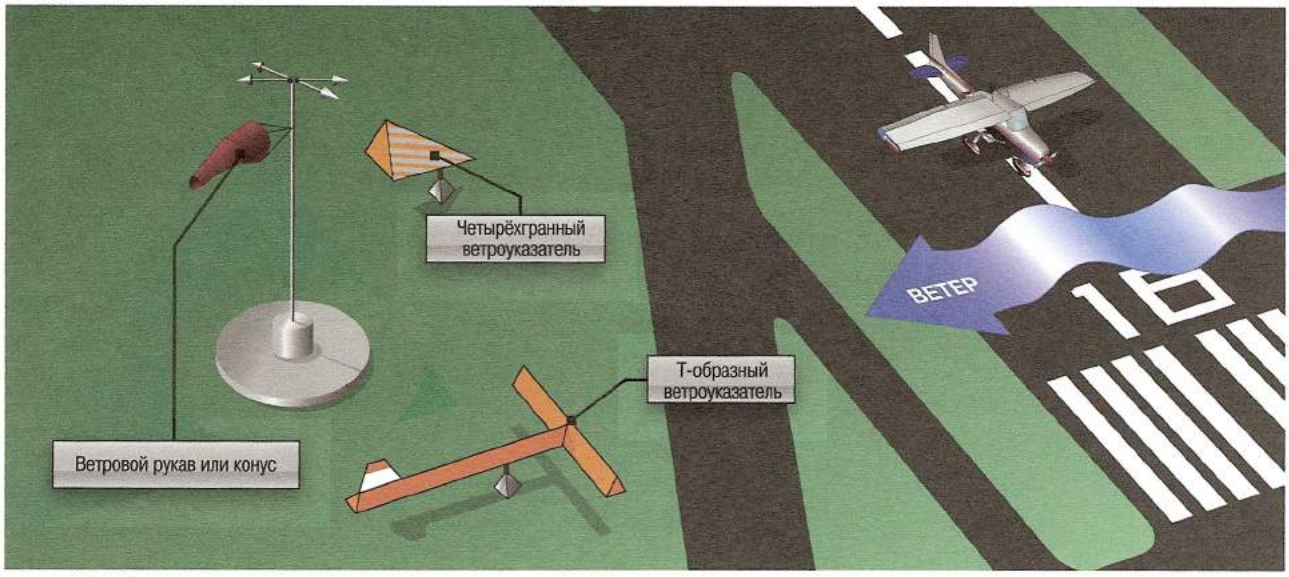


Рис. 13-12. Указатели направления ветра.

При сильном ветре рукав вытягивается параллельно земле, а при порывах — перемещается вперёд и назад. Четырёхгранные и Т-образные ветроуказатели подвешиваются на опоре свободно, что позволяет им выравниваться вдоль направления ветра. Эти указатели могут также устанавливаться вручную для обозначения используемой ВПП, поэтому пилоту следует свериться с направлением ветрового рукава (если он есть в наличии).

Указатели ВПП устанавливаются парами, как изображено на *рис. 13-13*, и указывают направление ВПП. Указатели маршрутов движения также располагаются парами (в сочетании с указателями ВПП) и указывают направления поворотов там, где порядок движения отличается от обычного левостороннего. (Если в аэропорту отсутствует сегментированный круг, указатели маршрутов движения могут устанавливаться в конце ВПП или вблизи него).

В большинстве аэропортов и военных авиабаз высоты установленных маршрутов движения (ВУМД) для винтовых ЛА, как правило, находятся в диапазоне от 600 до 1500 футов (от 180 до 450 м) над уровнем земной поверхности (УЗП). Информацию о ВУМД для конкретного аэропорта можно получить из справочника A/FD. ВУМД для военных турбореактивных ЛА иногда могут достигать 2500 футов (760 м) над УЗП. Поэтому пилоты маршрутных ЛА, пересекающих схему движения в зоне аэродрома, должны быть в постоянной готовности к появлению других воздушных судов и, по возможности, вообще избегать этих районов. Выполняя манёвры в зоне аэропорта, пилот ЛА всегда должен соблюдать ВУМД, за исключением случаев, когда иное предписывается критерием надлежащей дистанции от облачного слоя, определённым в параграфе 91.155 раздела 14 Кодекса федеральных нормативных документов США (14 CFR). Дополнительная информация о маршрутах движения в зоне аэродрома содержится в главе 4 («Управление воздушным движением») Сборника аэронавигационной информации. Данные о маршрутах движения конкретных аэропортов, а также о действующих в них ограничениях (например, о борьбе с шумом) можно найти в справочнике A/FD.

Пример. Описание схемы движения в аэропорту с единственной ВПП.

1. Войдите в схему движения в режиме горизонтального полёта на траверсе середины ВПП, на высоте установленного маршрута движения. (Рекомендованная ВУМД 1000 футов (300 м) над УЗП, если нет иных указаний).

2. Сохраняйте ВУМД до достижения траверса входного порога ВПП на участке между вторым и третьим разворотами.

3. Выполните разворот и выходите на посадочную прямую на дистанции не менее 0,25 мили (400 м) от ВПП.

4. Продолжайте движение по прямой, пока не достигнете выходного торца ВПП.

5. Если вы остаётесь в схеме движения, выполните первый разворот за выходным торцом ВПП в пределах 300 футов (90 м) от ВУМД.

6. Если вы покидаете схему движения, продолжайте прямолинейный полёт или выходите с поворотом на 45° (налево при левостороннем, направо при правостороннем порядке движения) за выходным торцом ВПП после достижения ВУМД *(рис. 13-14)*.

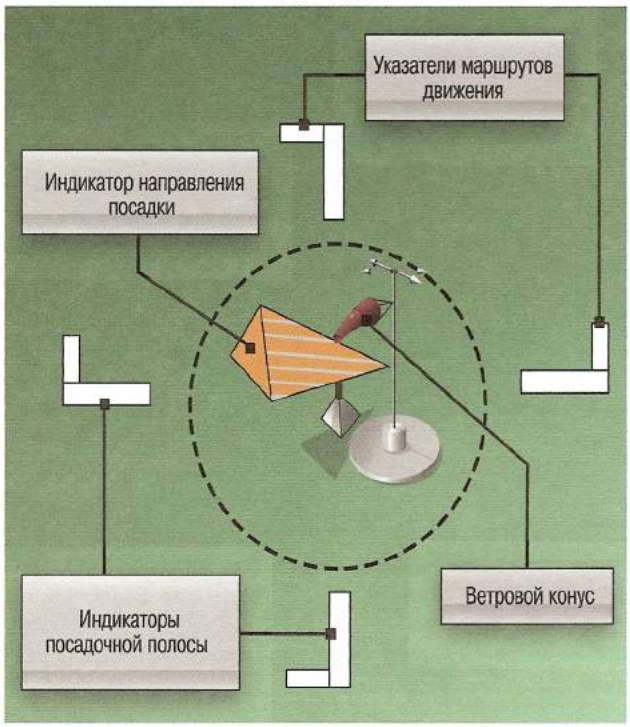


Рис. 13-13. Сегментированный круг.

Пример. Описание схемы движения в аэропорту с параллельными ВПП.

1. Войдите в схему движения в режиме горизонтального полёта на траверсе середины ВПП, на высоте установленного маршрута движения. (Рекомендованная ВУМД 1000 футов (300 м) над УЗП, если нет иных указаний).

2. Сохраняйте ВУМД до достижения траверса входного порога ВПП на участке между вторым и третьим разворотами.

3. Завершите разворот перед конечным этапом захода на посадку на дистанции не менее 0,25 мили (400 м) от ВПП.

4. Продолжайте движение по прямой, пока не достигнете выходного торца ВПП.

5. Если вы остаётесь в схеме движения, выполните первый разворот за выходным торцом ВПП в пределах 300 футов (90 м) от ВУМД.

6. Если вы покидаете схему движения, продолжайте прямолинейный полёт или выходите с поворотом на 45° (налево при левостороннем, направо при правостороннем порядке движения) за выходным торцом ВПП после достижения ВУМД.

7. При заходе на посадку не допускайте перелёта или пересечения посадочной прямой параллельной ВПП.

8. Не допускайте пересечения траектории взлёта параллельной ВПП *(рис. 13-15)*.

Средства радиосвязи

Посадка и вылет из аэропорта с КДП, а также многие этапы маршрутного полёта невозможны без наличия на ЛА средств двусторонней радиосвязи. Поэтому пилот должен быть осведомлён в вопросах лицензирования радиосвязи, разбираться в радиокоммуникационных средствах и процедурах.

Лицензирование радиосвязи

Пилотам, выполняющим полёты на территории США, не требуется специальных разрешений на радиосвязь. Для выполнения международных полётов необходимо наличие ограниченного разрешения на радиотелефонную связь, которое выдаётся Федеральной комиссией связи США (FCC).

Пилотам большинства ЛА авиации общего назначения, выполняющим внутренние полёты на территории США, также не требуется получения лицензии на радиопередатчик. Лицензию на радиопередатчик необходимо получать лишь пилотам ЛА, осуществляющих международные рейсы или оснащённых радиопередатчиками иных диапазонов (помимо УКВ), а также в некоторых других случаях.

Радиокоммуникационное оборудование

В авиации общего назначения чаще всего используется радиооборудование УКВ- (VHF-) диапазона. УКВ-радиостанции работают в диапазоне от 118.0 до 136.975 МГц и, в зависимости от числа каналов, на которых они обеспечивают связь, обозначаются числами «720» или «760». Все УКВ-радиостанции имеют распределение частот с шагом 0.025 МГц (118.025, 118.050 и т.д.). Интервал частот радиостанций типа 720 ограничен 135.975 МГц, а типа 760 — 136.975 МГц. УКВ-оборудование обеспечивает связь в пределах прямой видимости; поэтому с увеличением высоты полёта ЛА дальность связи возрастает.

В марте 1997 года Международная организация гражданской авиации (ИКАО) внесла уточнения в свои стандарты, предложив для аэронавигационной мобильной службы связи сетку вещания с шагом 8.33 кГц. Внедрение сетки 8.33 кГц позволяет решить проблему нехватки УКВ-каналов для служб УВД в странах Западной Европы и в Великобритании. В январе 1999 года семь стран Западной Европы и Великобритания ввели в действие новую сетку вещания, предложенную ИКАО. Соответственно, ЛА, выполняющие полёты в воздушном пространстве этих стран, должны быть оснащены радиооборудованием, которое способно передавать и получать сигналы с шагом сетки вещания 8.33 кГц.

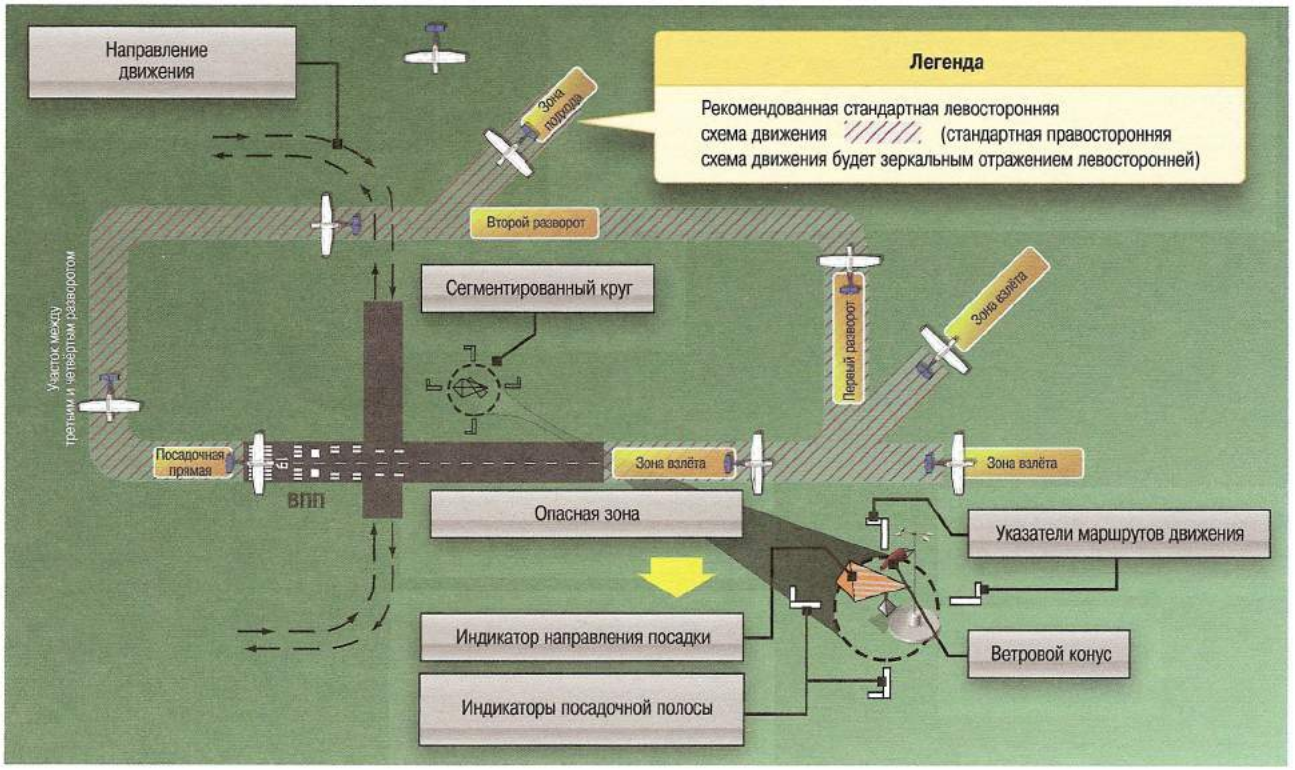


Рис. 13-14. Схема движения в аэропорту с единственной ВПП.

Безопасный и эффективный полёт в воздушном пространстве невозможен, если пилот в полной мере не владеет фразеологией и надлежащими процедурами радиообмена. Словарь пилота/диспетчера, входящий в сборник аэронавигационной информации (AIM), может помочь пилоту понимать и использовать стандартную терминологию радиопереговоров. Справочник также содержит множество примеров радиообмена.

ИКАО разработала фонетический алфавит, который следует использовать при радиообмене. В ходе переговоров со службой УВД пилоты должны в обязательном порядке использовать этот алфавит для идентификации своего ЛА *(рис. 13-16)*.

Порядок действий при нарушении радиосвязи

Иногда во время полёта бортовая радиостанция выходит из строя. Это может выражаться в отказе приёмника, передатчика или обоих компонентов системы.

Если ЛА с неисправным приёмником необходимо совершить посадку в аэропорту с КДП, пилоту рекомендуется не входить в воздушное пространство класса D до тех пор, пока он не определит направление потока воздушного движения в зоне аэропорта. Затем пилот обязан оповестить диспетчерскую вышку о типе ЛА, его положении, высоте полёта и своём намерении совершить посадку. После этого он должен включиться в схему движения, периодически сообщать о своём положении и ждать световых сигналов командно-диспетчерского пункта. Цвета и значение световых сигналов приведены на *рис. 13-17*.

Если неисправен передатчик, пилот должен выполнить описанные выше процедуры, ожидая указаний на частоте службы УВД. В дневное время он может подать сигнал о получении указаний, покачав крыльями, в ночное — мигнув посадочными огнями.

Если вышли из строя и приёмник, и передатчик, пилот не должен входить в воздушное пространство класса D до тех пор, пока не определит направление потока воздушного движения, затем включиться в схему движения в зоне аэропорта и ждать световых сигналов.

Если неисправность бортовой радиостанции выявлена перед вылетом, рекомендуется отложить вылет до устранения поломки. Если это невозможно, пилоту следует связаться со службой УВД и запросить разрешение на вылет без двусторонней радиосвязи. После получения разрешения пилоту рекомендуется постоянно отслеживать соответствующую радиочастоту и/или следить за световыми сигналами.

Служба управления воздушным движением

Помимо услуг, обеспечиваемых станцией службы обеспечения полётов (см. главу 12, «Авиационные метеорологические службы»), пилоты могут пользоваться

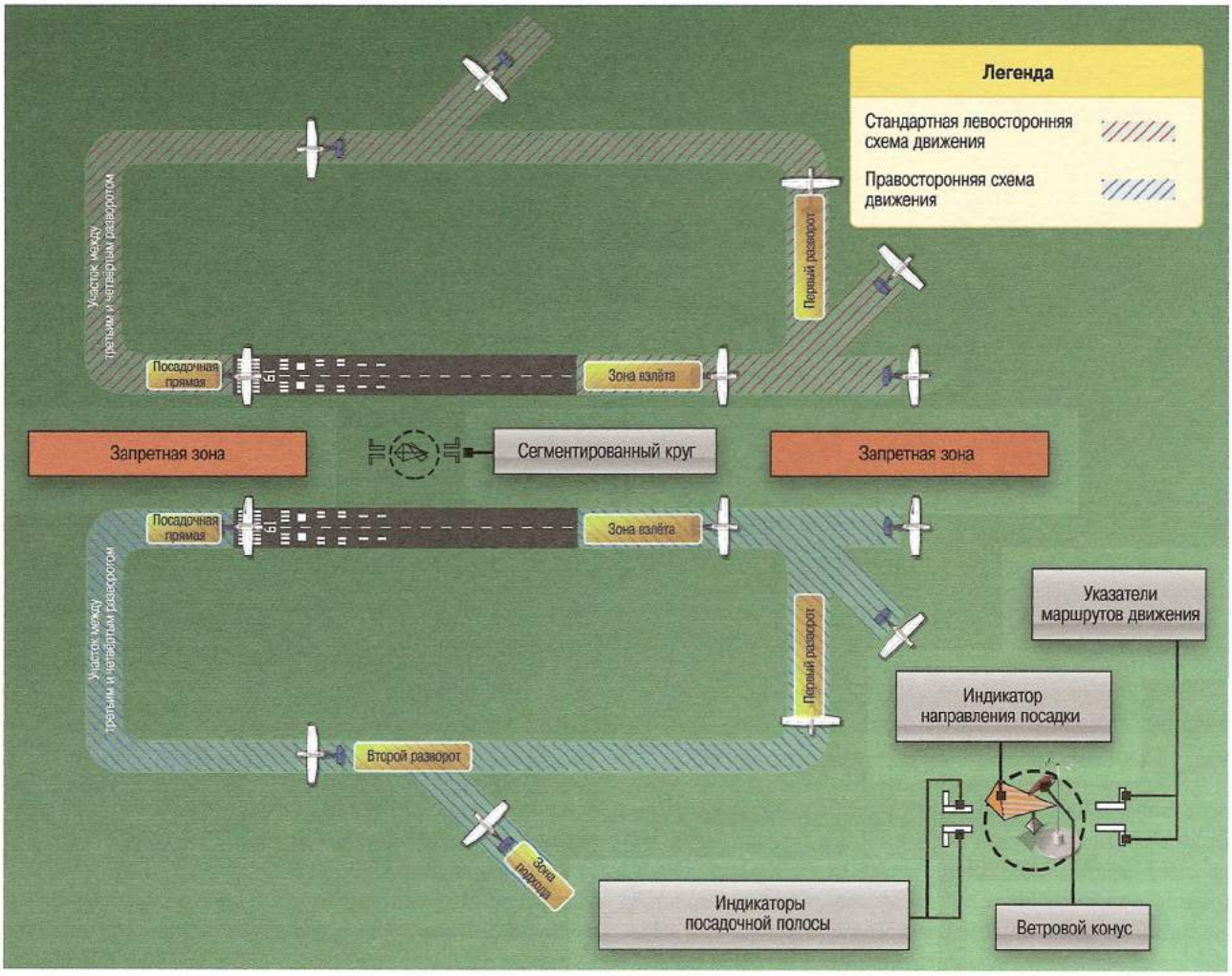


Рис. 13-15. Схема движения в аэропорту с параллельными ВПП.

различными услугами, предоставляемыми службой УВД. Во многих случаях взаимодействие со службой УВД входит в обязанности пилота, но даже когда это не обязательно, помощь службы может оказаться очень полезной.

Первичный радар

Радар — это устройство, служащее для получения информации о дальности, азимуте и/или возвышении объектов, которые находятся на пути излучаемых им радиоволн. Радар измеряет время между моментами излучения сигнала и возвращения отражённой волны и преобразует угловое отклонение луча в азимут и/или превышение. Для определения дистанции до объекта измеряется время, необходимое радиоволне, чтобы добраться до объекта и, отразившись от него, вернуться к приёмной антенне. Азимут обнаруженного объекта определяется положением вращающейся антенны в момент приёма эхо-сигнала.

Современные радары очень надёжны и редко выходят из строя. Если они и отключаются, то, главным образом, для технического обслуживания или замены оборудования. Существуют, однако, некоторые ограничения, которые влияют на работу службы УВД и могут привести к тому, что диспетчер откажется от предоставления рекомендаций пилотам ЛА, которые находятся вне зоны его ответственности и не видны на экране радара.

Радиоволны всегда движутся по прямой, но траектория их движения может «искривляться» в результате атмосферных явлений (например, температурная инверсия), отражения или ослабления при встрече с плотными объектами (плотная облачность, осадки), или экранирования от рельефа местности.

Радиолокационный маяк службы УВД (ATCRBS)

Радиолокационный маяк службы УВД (ATCRBS) часто называют «вторичным обзорным радаром». Он

Буквы					
Буква	Слово	Произно-шение	Буква	Слово	Код Морзе
A	Alpha	AL-FAH	А	Анна	. –
B	Bravo	BRAH-VOH	Б	Борис	– . . .
C	Charlie	CHAR-LEE или SHAR-LEE	Ц	Цапля	– . – .
D	Delta	DELL-TAH	Д	Дмитрий	– . .
E	Echo	ECK-OH	Е	Елена	,
F	Foxtrot	FOKS-TROT	Ф	Федор	. . – .
G	Golf	GOLF	Г	Григорий	– – .
H	Hotel	HO-TELL	Х	Харитон	. . . .
I	India	IN-DEE-AH	И	Иван	. .
J	Juliett	JEW-LEE-ETT	Й	Иван краткий	. – – –
K	Kilo	KEY-LOH	К	Констан-тин	– . –
L	Lima	LEE-MAH	Л	Леонид	. – . .
M	Mike	MIKE	М	Михаил	– –
N	November	NO-VEM-BER	Н	Николай	– .
O	Oscar	OSS-CAH	О	Ольга	– – –
P	Papa	PAH-PAH	П	Павел	. – – .
Q	Quebec	KEH-BECK	Щ	Щука	– – . –
R	Romeo	ROW-ME-OH	Р	Роман	. – .
S	Sierra	SEE-AIR-RAH	С	Семен	. . .
T	Tango	TANG-GO	Т	Татьяна	–
U	Uniform	YOU-NEE-FORM или OO-NEE-FORM	У	Ульяна	. . –
V	Victor	VIK-TAH	Ж	Женя	. . . –
W	Whiskey	WISS-KEY	В	Василий	. – –
X	X-ray	ECKS-RAY	Ь	Мягкий знак	– . . –
Y	Yankee	YANG-KEY	Ы	Еры	– . – –
Z	Zulu	ZOO-LOO	З	Зинаида	– – . .
			Ч	Человек	
			Ш	Шура	
			Э	Эхо	
			Ю	Юрий	
			Я	Яков	
			Ъ	Твёрдый знак	

Рис. 13-16. Фонетический алфавит.

Цифры				
Цифра	Слово	Произно-шение	Слово	Код Морзе
0	Zero	ZE-RO	Ноль	– – – – –
1	One	WUN	Один	. – – – –
2	Two	TOO	Два	. . – – –
3	Three	TREE	Три	. . . – –
4	Four	FOW-ER	Четыре	. . . . –
5	Five	FIFE	Пять	. . . . .
6	Six	SIX	Шесть	– . . . .
7	Seven	SEV-EN	Семь	– – . . .
8	Eight	AIT	Восемь	– – – . .
9	Nine	NIN-ER	Девять	– – – – .
Десятичная дробь	Decimal	DAY-SEE-MAL	Запятая	

позволяет устранить некоторые ограничения, возникающие при использовании первичного радара. Система ATCRBS состоит из трёх компонентов: запросник, ответчик и индикатор. Преимущества системы — усиление отражённых сигналов, быстрое определение целей и возможность отображения дополнительной информации об объекте.

Бортовой ответчик (транспондер)

Бортовой радиолокационный ответчик (транспондер) представляет собой установленное на борту ЛА приёмо-передающее устройство, являющееся частью системы вторичного обзорного радара. Маяк ATCRBS может отображать вторичную информацию о ЛА только при условии, что на его борту установлен транспондер. Он также необходим при полёте в некоторых контролируемых воздушных пространствах (см. главу 14, «Воздушное пространство»).

Код транспондера состоит из четырёх цифр от 0 до 7 (всего 4096 возможных комбинаций). Некоторые ЛА имеют стандартные коды, либо код присваивается воздушному судну службой УВД. При запросе кода или передаче команды на транспондер диспетчер может использовать слово «squawk». На *рис. 13-18* приведены примеры стандартной фразеологии, используемой при радиообмене. Дополнительную информацию, касающуюся работы с бортовым ответчиком, можно найти в сборнике аэронавигационной информации, глава 4.

Радиолокационные консультативные сообщения

Оборудованные радарами комплексы службы УВД обеспечивают радиолокационной информацией пилотов,

Цвет и тип сигнала	Движение транспортных средств, оборудования и персонала	ЛА на земле	ЛА в полёте
Ровный зелёный	Движение разрешено	Взлёт разрешён	Посадка разрешена
Мигающий зелёный	Не используется	Руление разрешено	Ожидайте разрешения на посадку
Ровный красный	Стой	Стой	Пропустите другой ЛА и продолжайте движение по кругу
Мигающий красный	Очистить ВПП/РД	Очистить ВПП	Аэропорт закрыт, посадка запрещена
Мигающий белый	Вернуться к исходной точке	Вернуться к исходной точке	Не используется
Попеременный красный и зелёный	Быть предельно внимательным!!!	Быть предельно внимательным!!!	Быть предельно внимательным!!!

Рис. 13-17. Сигналы прожектора.

осуществляющих полёт в условиях ППП и ПВП, если их ЛА оборудованы системами двусторонней связи и находятся в зоне действия радара. Предоставляемое службой УВД базовое обслуживание включают в себя срочные оповещения, информацию о воздушном движении, ограниченное наведение по курсу и включение в очередь на посадку (там, где эта процедура применяется).

Сообщая о встречных воздушных судах, диспетчеры УВД основываются на данных радаров. Параметры движения встречных ЛА, сообщаемые пилоту, включают в себя азимут ЛА (по циферблату часов в 12-часовом формате), дистанция до него в морских милях, направление движения, а также тип ЛА и высота полёта (если эти данные известны).

Пример сообщения: «Traffic 10 o'clock 5 miles east bound, Cessna 152, 3000 feet» («Азимут 10 часов, удаление 5 миль, курсом на восток, «Цессна 152», высота 3000 футов»). Следует помнить, что положение встречного ЛА определяется на основании его курса, а также о том, что после внесения поправки азимут встречного ЛА может измениться.

Получение информации о воздушном движении не освобождает пилота от необходимости обнаруживать другие ЛА и избегать столкновения с ними *(рис. 13-19)*.

Помимо базовых радиолокационных услуг, в некоторых аэропортах существует так называемая зона обслуживания аэродромной РЛС (TRSA). Зоны TRSA обозначены на некоторых аэронавигационных картах и перечислены в справочнике A/FD. Зона TRSA представляет собой выделенную область воздушного пространства, в пределах которой обслуживание службы УВД предоставляются ЛА, выполняющим полёт по ППП и (не обязательно) по ПВП в целях вертикального эшелонирования движения воздушных судов. Диспетчерское обслуживание в воздушном пространстве класса С обеспечивает вертикальное эшелонирование между ЛА, которые выполняют полёт по ППП и ПВП, и направление последних в первичный аэропорт. Диспетчерское обслуживание в воздушном пространстве класса В обеспечивает вертикальное эшелонирование между ЛА на основе режима их полёта (ППП/ПВП), а также их массы, и направление ЛА, выполняющих полёт по ПВП, в первичный(е) аэропорт(ы).

Турбулентность спутного следа

Все ЛА во время полёта создают спутный след. Этот вид атмосферных помех вызывается парой вращающихся во встречном направлении вихрей, движущихся позади концевых частей крыльев ЛА. Спутные вихри крупных воздушных судов могут представлять опасность для встречных ЛА, создавая кренящие моменты, противодействие которым выходит за пределы возможностей их органов управления.

Помимо этого, создаваемая вихрями турбулентность может повредить элементы конструкции ЛА и бортовое оборудование. В силу этих причин, пилот должен предвидеть возникновение турбулентности спутного следа и соответствующим образом изменить траекторию полёта.

Во время наземных операций и при взлёте выходящая струя реактивного двигателя (турбулентность реактивной тяги) может затронуть и повредить близко расположенные лёгкие ЛА. Поэтому пилоты лёгких ЛА должны помнить о результатах воздействия реактивной струи и сохранять достаточную дистанцию между своими ЛА и реактивными воздушными судами. Пилоты больших воздушных судов должны также учитывать воздействие выходящей струи их реактивных двигателей на находящиеся поблизости ЛА и наземное оборудование.

Кодовая фраза	Значение фразы и действия экипажа
SQUAWK (код)	Установите код ответчика (в режиме А/3).
IDENT	Установите ответчик в режим опознания.
SQUAWK (код) и IDENT	Установите код ответчика (в режиме А/3) и включите режим опознания.
SQUAWK Standby	Временно прекратите работу ответчика.
SQUAWK Low/Normal	Установите ответчик в режим низкой или нормальной чувствительности соответственно. По умолчанию ответчик работает в режиме «NORMAL» (на некоторых типах ответчиков вместо положения «NORMAL» используется «ON»).
SQUAWK Altitude	Переведите ответчик в режим С с автоматической передачей данных барометрической высоты.
STOP Altitude SQUAWK	Выключите автоматическую передачу данных барометрической высоты, оставив ответчик в режиме С. Если ваше оборудование не позволяет сделать это, отключите режим С.
STOP SQUAWK (используемый режим)	Отключите указанный режим (обычно такая команда подаётся экипажам военных ЛА, когда диспетчер не осведомлён об эксплуатационных требованиях к военным воздушным судам)
STOP SQUAWK	Выключите ответчик.
SQUAWK Mayday	Установите ответчик в режим сигнала бедствия (для гражданских ответчиков – режим А код 7700, для военных – режим 3 код 7700).
SQUAWK VFR	Установите ответчик в режим А/3 код 1200 (или другой аналогичный код ПВП).

Рис. 13-18. Фразеология радиообмена.

Возникновение вихрей

Подъёмная сила возникает благодаря перепаду давлений вокруг крыла. Над верхней частью крыла располагается зона низкого давления, а под крылом — высокого. Этот перепад давлений приводит к сдвигу воздушного потока к задней части крыла, в результате чего за концевыми частями крыла тянется шлейф возмущённого воздуха. Сформировавшийся спутный след состоит двух цилиндрических вихрей, вращающихся в противоположных направлениях. Основная часть энергии каждого вихря сосредоточена в нескольких метрах от его центра, но пилотам следует избегать попадания в область радиусом примерно 30 м от ядра вихря *(рис. 13-20)*.

Интенсивность вихрей

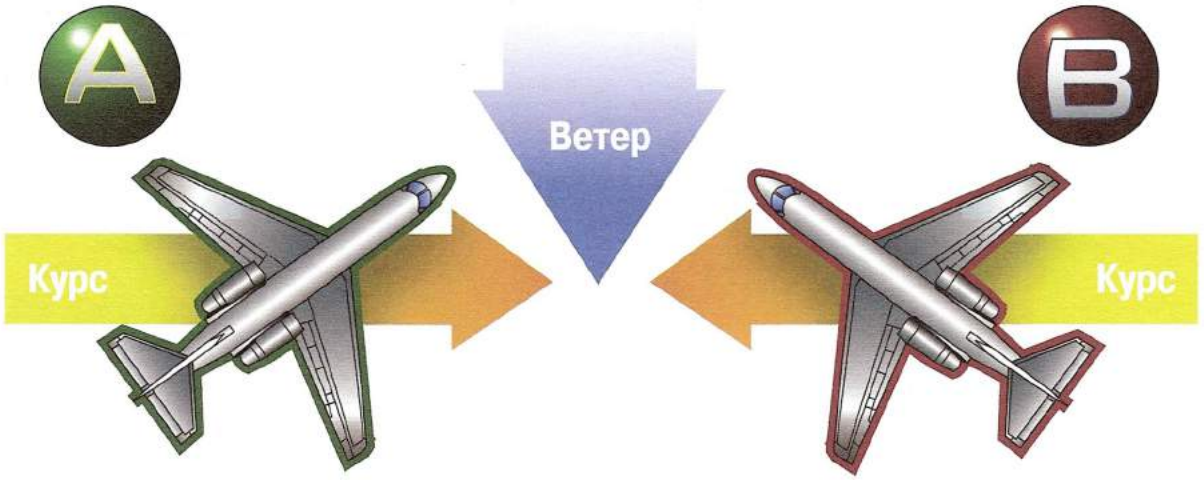
Интенсивность вихря (или его напряжение) зависит от массы и скорости создающего его ЛА, а также формы крыла. На характеристики вихрей, создаваемых конкретным ЛА, могут влиять выпущенные закрылки или другие элементы механизации крыла, а также изменения в скорости движения. Вихри наибольшей интенсивности возникают, когда ЛА имеет высокую массу, малую скорость и чистую поверхность.

Поведение вихрей

Концевые вихри ведут себя вполне определённым образом. Зная об этих свойствах, пилот может представить себе расположение вихря и принять необходимые меры предосторожности.

Вихри возникают в тот момент, когда ЛА отрывается от земли, и исчезают лишь после посадки, поскольку эта турбулентность является неизбежным побочным продуктом создаваемой крылом подъёмной силы *(рис. 13-21)*. Вращение вихрей направлено вверх и в сторону от ЛА, а их оси проходят через концевые части крыльев. Эксперименты показали, что на высотах, превышающих размах крыльев, расстояние между вихрями немного меньше размаха крыльев, и они могут дрейфовать, относимые ветром. Известно также, что скорость снижения вихрей соответствует нескольким метрам в секунду, причём по мере удаления от создающего их ЛА эта скорость и интенсивность вихрей падают.

Когда вихри, создаваемые большим ЛА, приближаются к поверхности земли (на расстояние 30-50 м), они начинают перемещаться над землёй в поперечном направлении со скоростью 4-6 км/ч. Боковой ветер замедляет перемещение наветренных вихрей



Пилот самолёта А получает информацию об азимуте встречного ЛА 12 часов. Истинное положение встречного ЛА, как его воспринимает пилот самолёта А, соответствует 1 часу. Пилот самолёта В получает информацию об азимуте встречного ЛА, также равного 12 часам, но в этом случае пилот воспринимает положение встречного ЛА как соответствующее 10 часам.

Рис. 13-19. Информация о воздушном движении.

и, соответственно, ускоряет — подветренных. При попутном ветре вихри, создаваемые движущимся по глиссаде воздушным судном, перемещаются вперёд, в зону касания, что может представлять опасность для следующего ЛА.

Предотвращение попадания в спутный вихрь

- При посадке вслед за большим ЛА на ту же ВПП — заходите на посадку по той же или более высокой траектории, так, чтобы коснуться земли впереди точки касания предыдущего ЛА.
- При посадке вслед за большим ЛА на параллельную ВПП, отстоящую от первой менее чем на 750 м — оцените возможность сноса спутного следа; заходите на посадку по той же или более высокой траектории; обратите внимание на положение точки касания предыдущего ЛА.
- При посадке вслед за большим ЛА на перпендикулярную ВПП — пройдите точку пересечения по более высокой траектории, чем предыдущий ЛА.
- При посадке позади ЛА, взлетающего с той же ВПП, — выберите такую траекторию захода на посадку, чтобы коснуться земли перед точкой отрыва предыдущего ЛА.
- При посадке позади ЛА, взлетающего с перпендикулярной ВПП, — заметьте положение точки отрыва предыдущего ЛА и, если эта точка находится позади пересечения ВПП, садитесь с таким расчётом, чтобы коснуться земли впереди пересечения. Если же точка отрыва предыдущего ЛА находится перед пересечением, избегайте попадания под его траекторию. Продолжайте движение по глиссаде только в том случае, если предполагаемая точка касания находится за пересечением ВПП на значительном расстоянии от него; в противном случае прекратите заход на посадку.
- При взлёте позади большого ЛА — взлетайте с таким расчётом, чтобы ваша точка отрыва находилась позади точки отрыва предыдущего ЛА, а ваша траектория набора высоты располагалась выше его траектории.
- При взлёте сходу с середины ВПП — обратите внимание на движение больших ЛА вблизи вашей ВПП, особенно с наветренной стороны. Если разрешение на взлёт сходу получено, избегайте курсов, которые пересекают траекторию движения большого ЛА ниже этой траектории.
- При взлёте или посадке позади большого ЛА, выполняющего заход на посадку с малой высоты, уход на второй круг или посадку с немедленным взлётом, —совершайте взлёт или посадку не ранее чем через две минуты после предыдущего ЛА.
- При выполнении полёта на маршруте рекомендуется избегать попадания в область позади и ниже большого ЛА; заметив большой ЛА прямо по курсу, сместитесь вбок — лучше всего, против ветра.

Предотвращение столкновений

Кодекс федеральных нормативных документов (14 CFR, часть 91) устанавливает порядок первоочередного

Рис. 13-20. Возникновение концевых вихрей.

пролёта, минимальные безопасные высоты и крейсерские высоты полёта по ПВП. Для предотвращения столкновений в воздухе пилот должен сохранять осведомлённость в обстановке и постоянно отслеживать появление других ЛА в непосредственной близости от маршрута своего движения. Это особенно важно при нахождении в зоне аэропорта.

Эффективное наблюдение осуществляется путём серий коротких равномерных перемещений взгляда, за счёт чего разные участки небосвода последовательно попадают в центральное поле зрения. Сектор обзора при каждом перенесении взгляда не должен превышать 10°, а каждый участок должен наблюдаться в течение, по крайней мере, одной секунды, чтобы можно было обнаружить угрозу. Хотя большинство пилотов предпочитают перемещать взгляд в горизонтальной плоскости назад-вперёд, каждый пилот должен выработать наиболее удобную схему наблюдения, а затем придерживаться её для обеспечения оптимального наблюдения. Даже получив преимущественное право пролёта, пилот должен уступить дорогу, если другой ЛА окажется слишком близко от него.

Процедуры по предупреждению столкновений

Перечисленные ниже меры позволяют пилотам избежать столкновений с другими ЛА.

- Перед взлётом — перед рулением на ВПП или на посадочную площадку в ожидании разрешения на взлёт пилот должен убедиться, что участок подхода свободен от совершающих посадку воздушных судов; при необходимости он может совершить необходимые манёвры, чтобы обеспечить себе ясный обзор участка подхода.
- Во время набора высоты и снижения — если погодные условия позволяют зрительное обнаружение других ЛА, пилот должен выполнить несколько небольших кренов влево и вправо, чтобы обеспечить себе полный визуальный обзор воздушного пространства.
- Во время установившегося прямолинейного полёта — в течение продолжительных периодов крейсерского режима пилот должен с периодическими интервалами выполнять отслеживание воздушного пространства в пределах видимости.
- В схеме движения в зоне аэродрома — следует избегать попадания в схему движения во время снижения.
- При движении в зоне действия всенаправленного курсового радиомаяка (VOR) — вблизи VOR, где интенсивность воздушного движения может значительно возрастать, необходимо сохранять максимальную бдительность и осторожность.
- Во время тренировочных полётов — следует сохранять максимальную бдительность; перед выполнением практических манёвров необходимо выполнять обзорные повороты. При получении указаний пилот должен повторить вслух процедуры обзора с целью исключения столкновений (произнести «чисто слева, справа, вверху, внизу»).

ЛА с низко- и высокорасположенным крылом имеют различные «мёртвые зоны» обзора. Перед выполнением

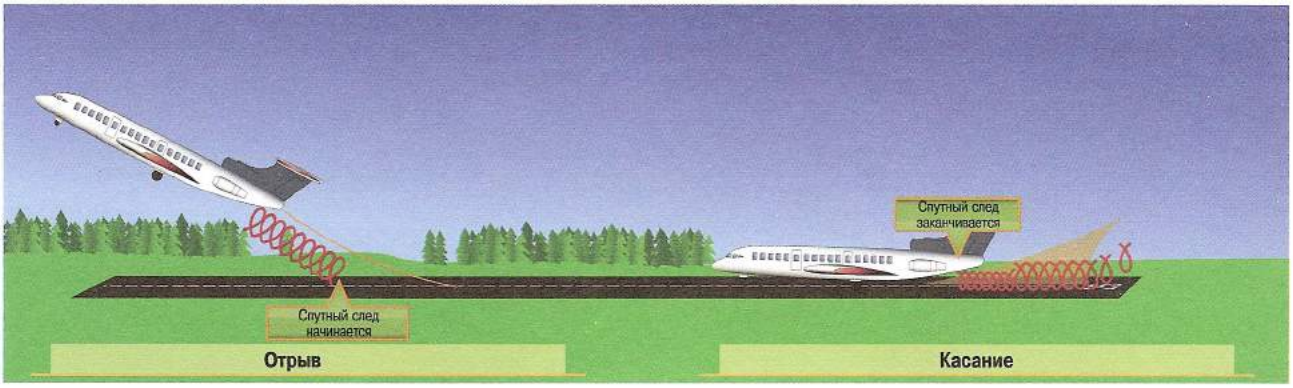


Рис. 13-21. Поведение вихрей.

поворота пилот ЛА с высокорасположенным крылом должен на короткое время поднять крыло, а пилот ЛА с низкорасположенным крылом — опустить крыло в направлении предполагаемого поворота, что позволит произвести осмотр пространства вне кабины.

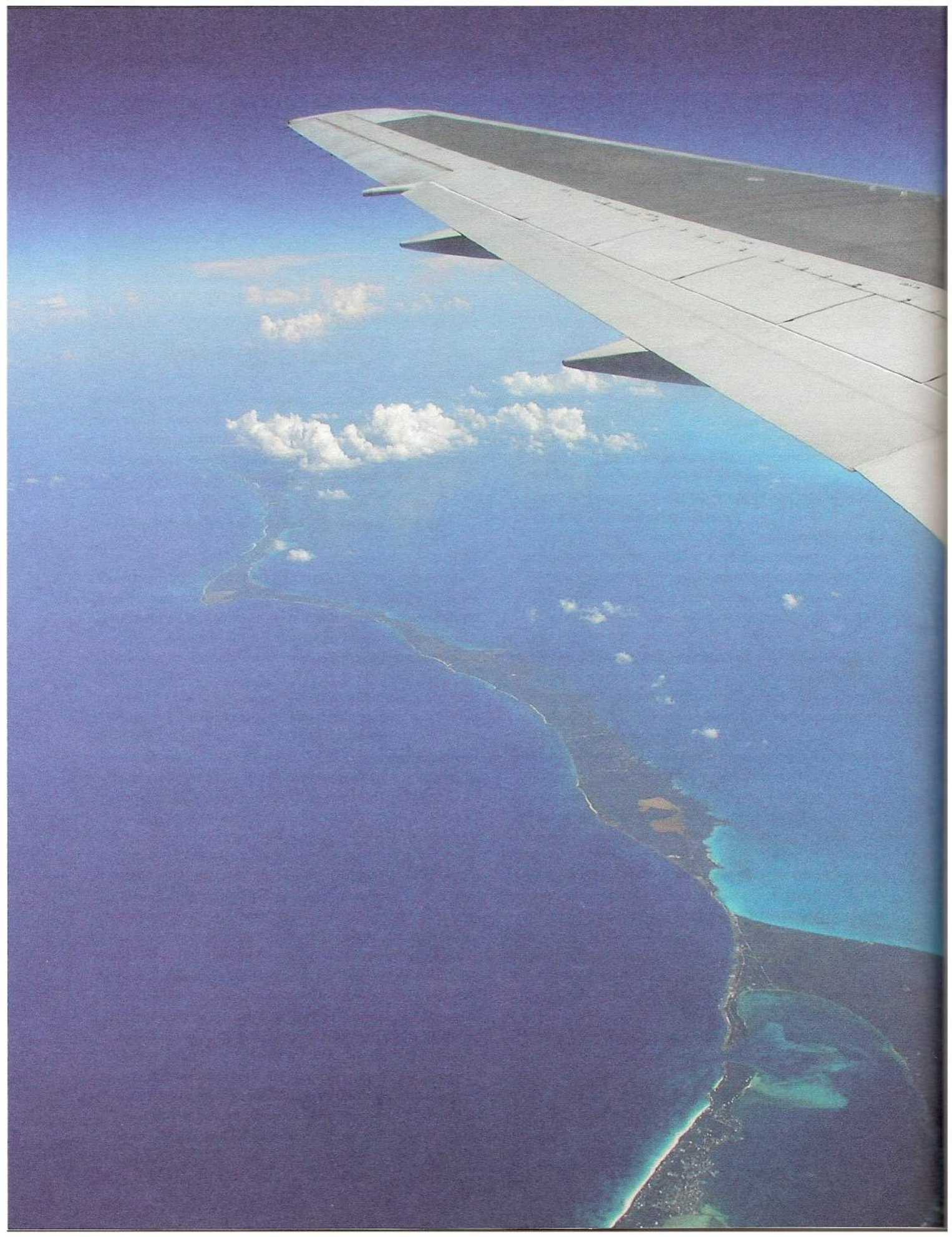
Предотвращение несанкционированного выезда на ВПП

Несанкционированный выезд на ВПП — это «любое событие на аэродроме, связанное с необоснованным наличием воздушного судна, транспортного средства или лица на защищённой площади поверхности, предназначенной для выполняющих посадку и взлёт воздушных судов».

К наземным операциям следует относиться с тем же вниманием и ответственностью, что и к другим этапам полёта. Тщательное планирование всех своих действий позволит пилоту избежать несанкционированного выезда на ВПП и столкновений с другими ЛА или объектами на земле. В каждый момент времени пилот должен быть полностью осведомлён о положении своего ЛА на земле, а также о движении других ЛА и автотранспортных средств на прилегающей территории. В аэропортах с КДП транспортное движение может быть очень интенсивным, а маршруты руления — сложными. В таких случаях пилотам рекомендуется записывать полученные указания по выполнению руления. Для предотвращения несанкционированного выезда на ВПП рекомендуются следующие процедуры:

- Внимательно прочитайте все инструкции по пересечению ВПП и кратковременным остановкам перед ними.
- На этапе предполётного планирования изучите маршруты движения в аэропорту, а затем, если это необходимо, освежите их в памяти перед началом снижения и перед выполнением руления.
- Изучите применяемые в аэропорту знаки и обозначения.
- Просмотрите НОТАМы на предмет обнаружения информации о закрытых ВПП, рулёжных дорожках и зонах строительства в аэропорту.
- Если не уверены в маршруте руления, обратитесь в службу УВД за инструкциями.
- Перед пересечением линии кратковременного ожидания перед ВПП и перед выездом на рулёжную дорожку убедитесь в отсутствии препятствий.
- Во время руления держите включёнными бортовые огни, проблесковый маячок или стробирующие сигналы.
- После посадки как можно быстрее покиньте ВПП, затем ждите указаний по выполнению руления.
- Изучите и используйте соответствующую фразеологию, чтобы понимать инструкции диспетчера и иметь возможность отвечать на них.
- Находясь в незнакомых аэропортах, записывайте инструкции по выполнению руления и держите их при себе.

Для получения подробной информации посетите веб-сайт Службы по безопасной эксплуатации ВПП Федерального управления гражданской авиации США по адресу http://www.faa.gov/runwaysafety/ или страницу Ассоциации владельцев и пилотов ЛА, посвящённую анализу ситуаций несанкционированного выезда на ВПП, по адресу http://www.aopa.org/asf/accident_data/incursions.html. Дополнительная информация также содержится в консультативном бюллетене FAA AC 91-73, часть 91, «Действия пилота и экипажа во время выполнения руления», и часть 135, «Действия пилота одноместного ЛА во время выполнения руления».



ГЛАВА 14

Воздушное пространство

Воздушное пространство делится на две категории: регулируемое и нерегулируемое. Эти категории, в свою очередь, подразделяются на четыре типа: контролируемое, неконтролируемое, специального использования и другое. На *рис. 14-1* представлены в разрезе профили различных классов воздушного пространства. Помимо этого, в главе 15, «Навигация», приведены фрагменты аэронавигационных карт, которые также иллюстрируют классификацию воздушного пространства.

Контролируемое воздушное пространство

Контролируемое воздушное пространство — собирательное понятие, включающее в себя различные классы воздушного пространства и области фиксированных размеров, в пределах которых обеспечивается диспетчерское обслуживание службы УВД (в соответствии с классом пространства). Контролируемое воздушное пространство подразделяется на следующие классы:

- класс A;
- класс B;
- класс C;
- класс D;
- класс E.

Воздушное пространство класса A

Воздушное пространство класса A начинается с высоты 18 000 футов (5,5 км) над СУМ и простирается до вертикального эшелона FL 600 (приблизительно 60 000 футов, или 18 км) включительно. Сюда также входит воздушное пространство над водной поверхностью в пределах 12 морских миль (22 км) от побережья континентальных штатов США и Аляски. Если не предусмотрено иное, вся деятельность в воздушном пространстве класса A производится по правилам полётов по приборам (ППП).

Воздушное пространство класса B

Воздушное пространство класса B простирается от земной поверхности до высоты 10 000 футов (3 км) над СУМ и окружает наиболее загруженные крупные аэропорты страны. Конфигурация каждой зоны воздушного пространства класса B определяется индивидуально и состоит из приземной области и двух или более воздушных слоёв (некоторые зоны воздушного пространства класса B напоминают перевёрнутый свадебный торт). Границы зоны устанавливаются таким образом, чтобы она включала в себя все нормативные процедуры инструментального управления для любого ЛА, вошедшего в воздушное пространство. Все ЛА, находящиеся в зоне воздушного пространства класса B, должны получить разрешения от службы УВД, и после получения таких разрешений обеспечиваются диспетчерским обслуживанием и эшелонируются.

Воздушное пространство класса C

Воздушное пространство класса C простирается от земной поверхности до высоты 4000 футов (1,2 км) над превышением аэропорта (измеренным над СУМ) и окружает аэропорты, в которых имеется КДП, радиолокационный контроль заходов на посадку и достаточно высокая интенсивность операций, выполняемых по ППП. Хотя конфигурация каждой зоны воздушного пространства класса C определяется индивидуально, пространство обычно состоит из области земной поверхности радиусом 5 морских миль (8 км), внешнего круга радиусом 10 морских миль (16 км), простирающегося от высоты 1200 футов (350 м) до высоты 4000 футов (1200 м) над превышением аэропорта, и окружающей области. Перед входом в воздушное пространство класса C все ЛА обязаны установить двустороннюю связь со службой УВД, осуществляющей управление воздушным движением, и в течение всего времени нахождения в пределах пространства её поддерживать.

Воздушное пространство класса D

Воздушное пространство класса D простирается от земной поверхности до высоты 2500 футов (760 м) над возвышением аэропорта (измеренным над СУМ) и окружает аэропорты, не имеющие КДП. Конфигурация каждой зоны воздушного пространства класса D определяется индивидуально с тем расчётом, чтобы включить в него все нормативные процедуры инструментального управления. Дополнительные зоны прибытия для захода на посадку по приборам могут классифицироваться как воздушное пространство классов D или E. Если нет иных указаний, перед входом в воздушное пространство класса D все ЛА обязаны установить двустороннюю связь со службой УВД, осуществляющей управление воздушным движением, и в течение всего

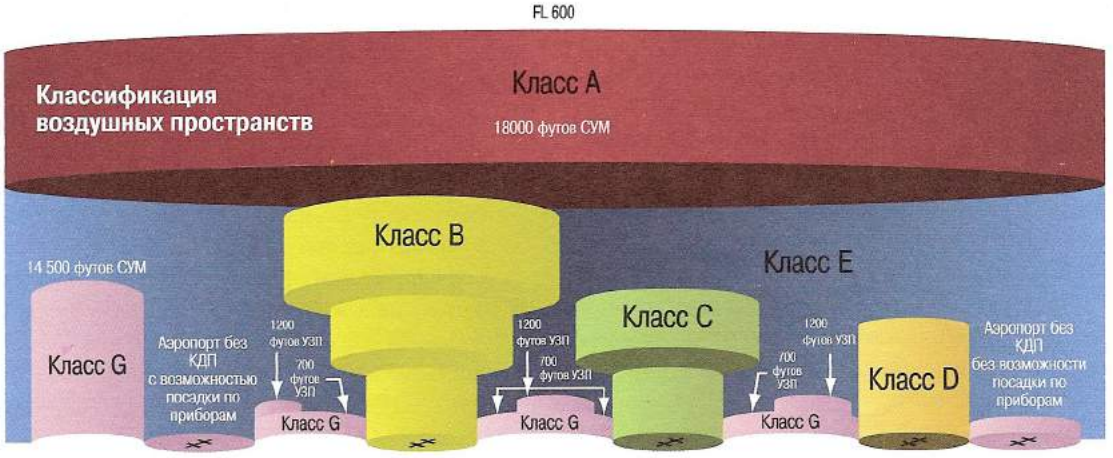


Рис. 14-1. Профиль воздушного пространства.

времени нахождения в пределах пространства сохранять эту связь.

Воздушное пространство класса E

Воздушному пространству, которое не классифицировано как пространство классов A, B, C или D, присваивается класс E. Пространство класса E простирается от поверхности земли или от определённой высоты в верх до вышележащего или прилегающего контролируемого воздушного пространства. Когда пространство класса E является приземной областью, его границы устанавливаются таким образом, чтобы включить в него все нормативные процедуры инструментального управления. В этот класс также входят: федеральные авиационные трассы; воздушное пространство, начинающееся с высоты 700 футов (215 м) или 1200 футов (360 м) над уровнем земной поверхности (УЗП) и используемое для перехода в маршрутную или терминальную зону и из них; и внутренние и международные маршрутные области, располагающиеся ниже 18 000 футов (5,5 км) над СУМ. Если не обозначено иное, воздушное пространство класса E над территорией США начинается с высоты 14 500 футов (4,4 км) , включая пространство над водной поверхностью в пределах 12 морских миль (22 км) от побережья континентальных штатов США и Аляски, и простирается до уровня (не включая его) 18 000 футов (5,5 км) над СУМ, а также пространство выше вертикального эшелона FL 600.

Неконтролируемое воздушное пространство

Воздушное пространство класса G

Воздушное пространство класса G — это часть воздушного пространства, которая не классифицирована как пространство классов A, B, C, D или E. Таким образом, она является неконтролируемым воздушным пространством. Пространство класса G простирается от земной поверхности до нижней кромки вышележащего пространства класса E. Хотя службы УВД не имеют полномочий и не обязаны управлять воздушным движением в этом воздушном пространстве, пилоты должны помнить о существовании эксплуатационных метеоминимумов для полёта по ПВП, которые действуют в воздушном пространстве класса G.

Воздушное пространство для специального использования

Воздушное пространство для специального использования (ВПСИ) или особая эксплуатационная зона (SAO) — разновидность воздушного пространства, которая предназначается для определённых видов деятельности, и в которой на операции ЛА, не являющиеся частью этой деятельности, налагаются определённые ограничения. В определённых зонах ВПСИ смешанное использование воздушного пространства может быть ограничено. Зоны ВПСИ обозначаются на аэронавигационных картах, включая название или номер зоны, эффективную высоту, время и погодные условия, при которых авиационные операции разрешены, контролирующий орган и номер сегмента карты, содержащий описание зоны. На маршрутных картах Национальной аэронавигационной картографической группы США (NACG) эта информация приводится на одном из концевых сегментов карты. ВПСИ обычно включает в себя:

- запретные зоны;
- ограниченные зоны;
- опасные зоны;
- зоны военных операций (MOA);
- зоны повышенного внимания;
- зоны ограниченного огня средств ПВО (CFA).

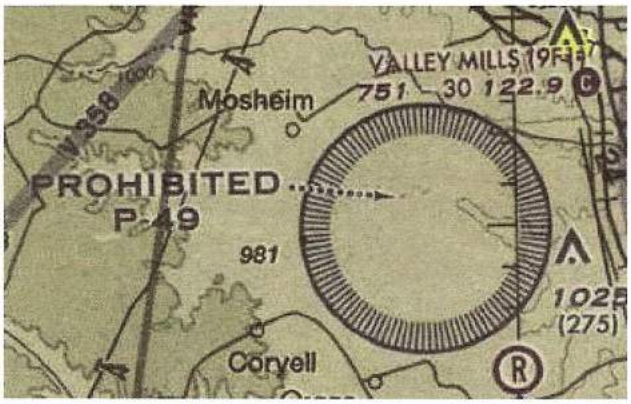


Рис. 14-2. Пример запретной зоны в районе города Кроуфорд, штат Техас.

Запретные зоны

Запретная зона представляет собой область воздушного пространства определённых размеров, в пределах которой полёты ЛА запрещены. Такие зоны устанавливаются для защиты особо важных с точки зрения национальной безопасности объектов, а также в иных случаях, связанных с государственными или национальными интересами. Перечень запретных зон публикуется в Федеральном регистре США, а их расположение указывается на аэронавигационных картах. Ограниченные зоны обозначаются на картах буквой «P» и числом (например, «P-49»). Примерами запретных зон могут служить резиденция президента США в Кемп-Дэвиде и Национальная аллея в Вашингтоне, где располагаются Белый дом и Капитолий *(рис. 14-2)*.

Ограниченные зоны

Ограниченная зона — это область воздушного пространства, где осуществляется деятельность, которая может представлять опасность для полётов обычных ЛА, и где на полёты налагаются определённые ограничения. В таких зонах может разрешаться только определённые виды лётной деятельности, полёты только определённых типов ЛА, либо и то, и другое. Действие ограниченных зон может быть вызвано наличием в них необычных, зачастую невидимых, опасностей для ЛА (например, артиллерийские или воздушные стрельбы, пуски управляемых ракет и т.д.). Для транзитного пролёта через ограниченную зону могут разрешаться полёты по ППП. Вход в ограниченную зону без специального пропуска, выданного контролирующим или использующим зону органом, может быть чрезвычайно опасен для ЛА, его экипажа и пассажиров. При пролёте через ограниченную зону совместного использования воздушного судна, выполняющего полёт по ППП, комплекс службы УВД обязан выполнить следующие процедуры:

1. Если на момент пролёта зона неактивна и ограничения, наложенные на использование зоны Федеральным управлением гражданской авиации США (FAA), сняты, служба УВД разрешает воздушному судну осуществить пролёт через ограниченную зону без получения специального пропуска.
2. Если на момент пролёта зона активна и ограничения, наложенные FAA, действуют, служба УВД даёт воздушному судну указание обогнуть запретную зону и выполняет все действия, необходимые для того, чтобы исключить случайное его попадание туда.

Ограниченные зоны обозначаются на картах буквой «R» и числом (например, R-4401) *(рис. 14-3)*. Сведения об ограниченных зонах приводятся на обратной стороне карт.

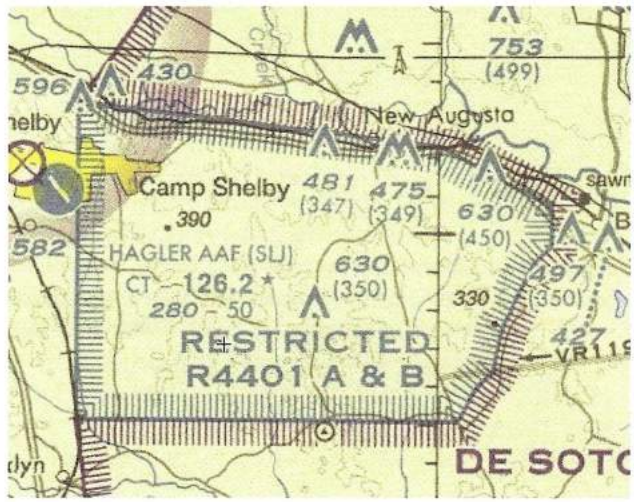


Рис. 14-3. Ограниченная зона на аэронавигационной карте.

Опасные зоны

Опасные зоны по своей природе аналогичны ограниченным; однако, в отличие от последних, воздушное пространство в опасных зонах не находится в исключительном ведении правительства США. Опасная зона — это область воздушного пространства определённых размеров, расположенная над водной поверхностью на расстоянии более 12 морских миль (22 км) от побережья США, в которой осуществляется деятельность, представляющая потенциальную опасность для обычных ЛА. Цель ввода в действие таких зон — оповестить пилотов о возможной угрозе. Опасная зона может располагаться над внутренними или международными водами, либо над теми и другими одновременно. На картах опасные зоны обозначаются буквой «W» и числом (например, «W-237») *(рис. 14-4)*.

Рис. 14-4. Опасная зона на аэронавигационной карте.

Зоны военных операций (MOA)

Зона MOA представляет собой область воздушного пространства с определёнными горизонтальными и вертикальными границами, устанавливаемая с целью отделить некоторые виды военной учебно-боевой подготовки от воздушного движения по ППП. В границах действующей зоны MOA служба УВД, осуществляющая вертикальное эшелонирование полётов по ППП в этом районе, обязана прекратить всякое воздушное движение по ППП. Если служба УВД не осуществляет эшелонирование, она обязана перенаправить или ограничить воздушное движение по ППП. Расположение зон MOA указывается на аэронавигационных картах, картах зон аэропортов и маршрутных низковысотных картах. Зоны не имеют номеров (например, «Camden Ridge MOA») *(рис. 14-5)*. Дополнительная информация о зонах MOA (время действия, высоты и контролирующий орган) указывается на обратной стороне аэронавигационной карты.

Зоны повышенного внимания

Зоны повышенного внимания обозначаются на аэронавигационных картах буквой «А» и числом (например, «А-211») и имеют целью информировать пилотов ЛА об областях воздушного пространства, где возможны высокая интенсивность учебно-тренировочных полётов или необычные виды воздушной деятельности. Полёт в зоне повышенного внимания требует от пилота особой бдительности и осторожности. Вся воздушная деятельность в зоне повышенного внимания должна осуществляться в полном соответствии с установленными правилами, и обязанность предотвращения столкновений в воздухе в равной мере лежит как на пилотах, осуществляющих эту деятельность, так и на пилотах транзитных ЛА *(рис. 14-6)*.

Зоны ограниченного огня средств ПВО (CFA)

В зонах CFA осуществляется деятельность, которая, при несоблюдении установленных ограничений, может быть потенциально опасна для обычных ЛА. Различие между зонами CFA и другими видами воздушного пространства для специального использования заключается в том, что в зоне CFA опасная деятельность может быть приостановлена, когда самолёт-корректировщик, РЛС или наземный наблюдательный пункт сообщат о приближении ЛА к границам зоны. В нанесении зон CFA на аэронавигационные карты нет необходимости, поскольку ЛА могут входить в эти зоны без специального разрешения или изменения маршрута.

Другие виды воздушного пространства

Другие виды воздушного пространства включают в себя:

- консультативные зоны местных аэропортов;
- маршруты учебных полётов военной авиации (MTR);
- зоны временных полётных ограничений (TFR);
- зоны прыжков с парашютом с ЛА;
- официальные маршруты полётов по ПВП;
- зоны обслуживания аэродромных РЛС (TRSA);
- зоны интересов национальной безопасности (NSA).

Консультативные зоны местных аэропортов (LAA)

Обслуживание, предоставляемое службами аэропорта прибытия, включает в себя установленную радиочастоту связи земля-воздух или частоту диспетчерской вышки (при отдельном КДП), автоматические голосовые сводки погоды, постоянное вещание сводок ASOS/AWOS, непрерывное автоматическое информирование о показаниях приборов с непосредственной индикацией или сообщения, передаваемые диспетчером в ручном режиме.

Маршруты учебных полётов военной авиации (MTR)

Зоны MTR содержат маршруты, используемые военными ЛА для учебно-тренировочных тактических полётов. Эти маршруты обычно пролегают на высотах менее 10 000 футов (3 км) над СУМ и предназначаются для полётов на скоростях более 250 узлов (460 км/ч). Некоторые сегменты маршрутов могут находиться на высотах более 10 000 футов. Маршруты обозначаются сокращениями IFR или IR (ППП) и VFR или VR (ПВП), за которыми следует число *(рис. 14-7)*. Зоны MTR, не включающие в себя сегменты полёта на высотах более 1500 футов (457 м) над УЗП, обозначаются четырьмя

Рис. 14-5. Зона Camden Ridge MOA – пример зоны военных операций.

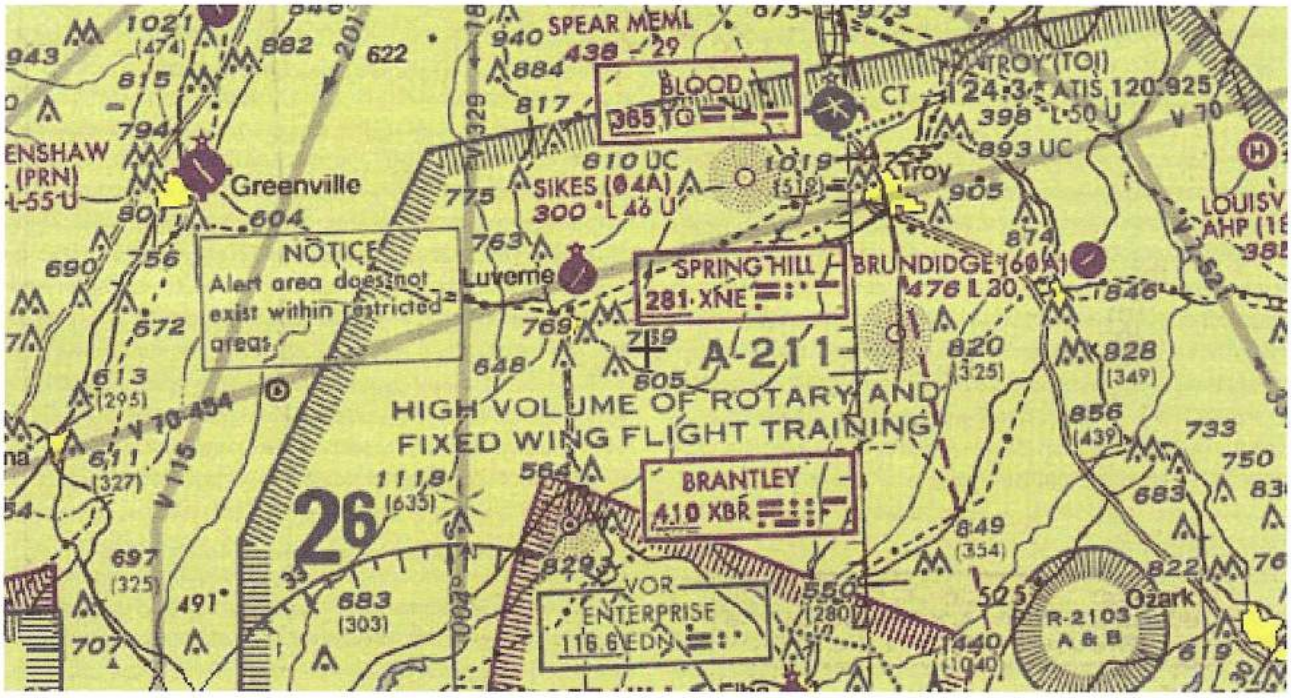


Рис. 14-6. Зона повышенного внимания А-211.

Рис. 14-7. Обозначение маршрутов учебных полётов военной авиации на аэронавигационных картах.

цифрами (например, IR1206, VR1207). Зоны MTR, включающие в себя один или более сегмент полёта на высотах более 1500 футов (457 м) над УЗП, обозначаются трёмя цифрами (например, IR206, VR207). На низковысотные маршрутные карты полётов по ППП наносятся все маршруты полётов военной авиации по ППП, а также маршруты полётов по ПВП, включающие в себя сегменты на высотах более 1500 футов над УЗП. Маршрутные полёты по правилам ППП выполняются в полном соответствии с этими правилами вне зависимости от погодных условий. Аэронавигационные карты для полётов по ПВП отображают зоны учебных полётов военной авиации, в том числе, маршруты полётов по ППП и ПВП, зоны МОА, ограниченные, опасные зоны и зоны повышенного внимания.

Зоны временных полётных ограничений (TFR)

Временные полётные ограничения устанавливаются специальными извещениями пилотам (НОТАМами). НОТАМ начинается словами «ПОЛЁТНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ», далее следуют границы временных ограничений, период их действия, площадь зоны в сухопутных милях и высоты, затронутые ограничениями. НОТАМ также содержит название и телефонный номер координационного центра FAA, причины введения ограничений и другую необходимую информацию. Ознакомление с НОТАМами должно быть частью предполётного планирования.

Полётные ограничения могут вводиться со следующими целями:

- чтобы защитить людей и имущество в воздухе или на земле от существующей или потенциальной опасности;
- чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию воздушных судов, осуществляющих помощь при стихийных бедствиях;
- чтобы предотвратить опасное скопление ЛА наблюдателей и СМИ в зоне над происшествием или событием, привлекающим значительный общественный интерес;
- в целях защиты зоны национальной гуманитарной катастрофы в штате Гавайи;
- для обеспечения безопасности президента и вице-президента США, а также других общественных деятелей;
- чтобы обеспечить безопасность деятельности космического агентства.

После событий 11 сентября 2001 года временные полётные ограничения стали вводиться более часто. За это время было зафиксировано несколько случаев вторжения ЛА в зоны TFR, которые влекли за собой специальные расследования в отношении пилотов, а иногда приводили к отзыву или приостановлению действия лётного сертификата. Пилот несёт полную ответственность за осведомлённость о наличии зон TFR вдоль предполагаемого маршрута своего следования. Информацию о зонах временных полётных ограничений можно получить на веб-сайте FAA по адресу www.tfr.faa.gov.

Зоны прыжков с парашютом с ЛА

Перечень зон прыжков с парашютом с ЛА содержится в справочнике аэропортов и наземных служб (A/FD). Часто используемые зоны прыжков с парашютом указываются на аэронавигационных картах.

Официальные маршруты полётов по ПВП

Официальные маршруты полётов по ПВП предназначаются для движения вокруг, под или сквозь сложные участки воздушного пространства. При описание этих маршрутов используются такие термины, как «VFR flyway» («пролётный путь по ПВП») , «VFR corridor» («воздушный коридор по ПВП»), «Class B airspace VFR transition route» («маршрут перехода в воздушное пространство класса B по ПВП») и «terminal area VFR route» («маршрут следования в зоне аэропорта по ПВП»). Официальные маршруты полётов по ПВП обычно наносятся на карты движения в зонах аэропортов по ПВП.

Зоны обслуживания аэродромных РЛС (TRSA)

Зоны TRSA представляют собой области, в которых пилоты могут получить дополнительное радиолокационное обслуживание. Целью этого обслуживания является обеспечение эшелонирования между ЛА, осуществляющими полёты по ППП и ПВП.

Воздушное пространство над главным(и) аэропортом(ами) в пределах зоны TRSA становится пространством класса D. Оставшаяся часть зоны TRSA включает в себя остальное контролируемое воздушное пространство (которое обычно, начиная с высоты 700 или 1200 футов, является пространством класса E) и служит в качестве переходной области между маршрутной зоной и зоной аэропорта. Границы зон TRSA обозначаются на аэронавигационных картах для полётов по ПВП и картах зон аэропортов сплошной чёрной линией с указанием высот для каждого сегмента. Область пространства класса D обозначается синей пунктирной линией. Пользование обслуживанием аэродромных РЛС является добровольным; однако пилотам, выполняющим полёт по ПВП, рекомендуется связаться с центром радиолокационного управления заходом на посадку и воспользоваться преимуществами обслуживания TRSA.

Зоны интересов национальной безопасности (NSA)

Зона NSA представляет собой область воздушного пространства определённых вертикальных и горизонтальных размеров, расположенную в районах с повышенными требованиями к безопасности наземных объектов. Полёты в зонах NSA могут быть временно запрещены в соответствии с положениями главы 14 Кодекса федеральных нормативных документов (14 CFR), часть 99. Информация о запрете полётов распространяется через НОТАМы. Пилоты обязаны в добровольном порядке избегать входа в эти зоны.

Служба управления воздушным движением и Национальная система УВД

Главная функция системы УВД — предотвращение столкновений между ЛА и обеспечение эффективного и безопасного воздушного движения. Помимо выполнения своих основных функций, система УВД имеет возможность предоставлять пилотам (в определённых пределах) дополнительное обслуживание. Возможности по предоставлению дополнительного обслуживания ограничиваются рядом факторов, например, интенсивностью воздушного движения, загруженностью эфира, параметрами используемой РЛС, рабочей нагрузкой на диспетчера, необходимостью выполнения высокоприоритетных задач или чисто физической неспособностью отслеживать и контролировать все возникающие ситуации. Следует быть готовым к тому, что наличие каких-либо из перечисленных факторов (или их сочетания) может привести к невозможности предоставления службой УВД дополнительных услуг.

Тем не менее, в той степени, в которой это не препятствует выполнению более приоритетных задач, диспетчеры служб УВД могут и должны предоставлять пилотам дополнительное обслуживание. Предоставление дополнительного обслуживания является не предметом доброй воли диспетчера, а его обязанностью (в том случае, если условия это позволяют). Обслуживание УВД предоставляется в соответствии с установленными процедурами и минимумами (в этом порядке), за исключением следующих случаев:

1) отклонение от процедур/минимумов вызвано необходимостью выполнения официальных документов ИКАО, национальных правил полётов или специальных соглашений, по которым США предоставляет обслуживание УВД вне территории страны, или
2) отклонение от процедур/минимумов предписано официальным договором, директивой FAA либо официальным документом Министерства обороны, или
3) отклонение от процедур/минимумов необходимо для обслуживания ЛА в условиях экстренной ситуации.

Координирование использования воздушного пространства

Перед тем, как разрешить ЛА покинуть зону своей ответственности и войти в зону ответственности другого диспетчерского пункта, служба УВД обязана обеспечить координирование своих действий с действиями соседней службы.

Перед тем, как отдать пилоту ЛА, находящегося в зоне ответственности другого диспетчера, указание (напрямую или через иной источник) касательно изменения направления, маршрута, скорости или высоты полёта, служба УВД должна обеспечить координирование своих действий с каждым из диспетчеров, перечисленных ниже (за исключением случаев, когда иное предписывается официальным договором или внутренним нормативным актом):

1) диспетчер, в зоне ответственности которого находится ЛА, получающий указание;
2) диспетчер, которому передаётся контроль;
3) все диспетчеры, через зоны ответственности которых будет проходить ЛА.

Если служба УВД отдаёт указание не через другого диспетчера, а иным способом (например, через сеть корпорации «Авиационное радио» (ARINC), автоматическую или неавтоматическую станцию службы обеспечения полётов (AFSS/FSS), другого пилота), она обязана обеспечить координирование своих действий с каждым из диспетчеров, перечисленных выше

(за исключением случаев, когда иное предписывается официальным договором или внутренним нормативным актом).

Деятельность в воздушном пространстве различных типов

Пилот должен быть хорошо осведомлён об эксплуатационных требованиях для каждого из типов воздушного пространства. Ниже подробно рассматриваются такие параметры воздушного пространства различных классов, как погодные условия, необходимые сертификационные документы и оборудование.

Эксплуатационные метеоминимумы общих ПВП

Пилот не имеет права эксплуатировать ЛА по общим ПВП, когда дальность видимости или дистанция от облачного слоя меньше, чем предписывается для соответствующей высоты полёта и класса воздушного пространства *(рис. 14-9)*. За исключением случаев, описанных в 14 CFR, раздел 91.157, «Эксплуатационные метеоминимумы особых ПВП», пилотам запрещается эксплуатировать ЛА по ПВП под нижней кромкой облачности в пределах границ контролируемого воздушного пространства, определённого для территории аэропорта, когда нижняя кромка облачности находится ниже 1000 футов (305 м). Для получения дополнительных сведений обратитесь к 14 CFR, раздел 91.155(c).

Правила эксплуатации и требования к пилоту и бортовому оборудованию

Обеспечение безопасности полёта является первоочередной задачей любого пилота. Пилоты должны с максимальной ответственностью относиться ко всем своим обязанностям, связанным с управлением ЛА как на земле, так и во время полёта. Система воздушного движения, организованная в соответствии с правилами FAA и контролируемая ею, позволяет достичь высокой эффективности и безопасности полётов в воздушном пространстве. Система воздушного движения США признана наиболее безопасной в мире.

Все воздушные суда, эксплуатируемые в воздушном пространстве США под контролем Национальной системы УВД (NAS), подлежат сертификации и техническому обслуживанию согласно положениям Кодекса федеральных нормативных документов (CFR); выполняющие полёты пилоты обязаны проходить сертификационное обучение и квалификационные тесты. Не меньшую важность имеют надлежащее предполётное планирование, владение навыками принятия аэронавигационных решений (ПАР) и управления рисками. ПАР представляет собой системный подход к оценке рисков и управлению стрессом во время полёта, позволяет при принятии решений учитывать психологические установки пилота и изменять эти установки в целях достижения максимальной безопасности полёта. Более подробная информация о ПАР и снижении полётных рисков содержится в главе 17, «Принятие аэронавигационных решений».

Пилоты также подчиняются очень строгим правилам полётов и эксплуатации воздушных судов, установленным Кодексом федеральных нормативных документов, включая важнейший принцип FAA — «увидеть и избежать». Эти правила основаны на исторически сложившихся принципах, применяемых FAA для управления аэронавигационными системами и классами воздушного пространства. В таблице на *рис. 14-10* приведены требования к пилотам и бортовому оборудованию для различных классов воздушного пространства. В процессе знакомстве с приведённой ниже более детальной информацией о различных классах воздушного пространства рекомендуется иметь эту таблицу перед собой.

Класс А

Пилоты, эксплуатирующие ЛА в воздушном пространстве класса А, должны выполнять полёт по ППП и могут входить в воздушное пространство только после получения разрешения от службы УВД. Если иное не разрешено службой АТС, все ЛА, эксплуатируемые в воздушном пространстве класса А, должны быть оснащены приёмо-передающими радиостанциями, способными обеспечить связь со службой УВД на указанной ею радиочастоте. Если иное не разрешено службой УВД, все ЛА, эксплуатируемые в воздушном пространстве класса А, должны быть оснащены бортовыми ответчиками (транспондерами), полностью соответствующими спецификации раздела 91.215 14 CFR.

Класс В

Пилоты, эксплуатирующие ЛА в воздушном пространстве класса В, должны получить разрешение от комплекса службы УВД, зоной ответственности которого является эта область пространства. Командир воздушного судна (КВС) имеет право выполнять взлёт или посадку в аэропорту в пределах воздушного пространства класса В только при соответствии одному из следующих требований:

1) наличие лицензии частного пилота;
2) наличие любительской лицензии пилотирования и соответствие всем требованиям, содержащимся в разделе 61.101(d) 14 CFR, или требованиям к

Воздушное пространство			Дальность видимости	Дистанция от облачного слоя
Class A			Не указана	Не указана
Class B			3 сух.мили (4,8 км)	Ясное небо
Class C			3 сух.мили (4,8 км)	1,000 футов (305 м) выше 500 футов (152 м) ниже 2,000 футов (610 м) по горизонтали
Class D			3 сух.мили (4,8 км)	1,000 футов (305 м) выше 500 футов (152 м) ниже 2,000 футов (610 м) по горизонтали
Class E	10 000 футов (3,05 км) над СУМ и выше		5сух.миль (8 км)	1,000 футов (305 м) выше 1,000 футов (305 м) ниже 1 сух.миля (1,6 км) по горизонтали
	Менее 10 000 футов (3,05 км) над СУМ		3 сух.мили (4,8 км)	1,000 футов (305 м) выше 500 футов (152 м) ниже 2,000 футов (610 м) по горизонтали
Class G	1200 футов (366 м) и ниже над поверхностью (независимо от высоты над СУМ)	День, за исключением случаев, указанных в разделе 91.155(b)	1сух.миль (1,6 км)	Ясное небо
		Ночь, за исключением случаев, указанных в разделе 91.155(b)	3 сух.мили (4,8 км)	1,000 футов (305 м) выше 500 футов (152 м) ниже 2,000 футов (610 м) по горизонтали
	Выше 1200 футов (366 м), но ниже 10 000 футов (3,05 км) над СУМ	День	1сух.миль (1,6 км)	1,000 футов (305 м) выше 500 футов (152 м) ниже 2,000 футов (610 м) по горизонтали
		Ночь	3 сух.мили (4,8 км)	1,000 футов (305 м) выше 500 футов (152 м) ниже 2,000 футов (610 м) по горизонтали
	Выше 1200 футов (366 м), но ниже 10 000 футов (3,05 км) над СУМ		5сух.миль (8 км)	1,000 футов (305 м) выше 1,000 футов (305 м) ниже 1 сух.миля (1,6 км) по горизонтали

Рис. 14-9. Эксплуатационные метеоминимумы правил визуальных полётов.

пилоту-ученику, проходящему обучение для получения любительской лицензии пилотирования, согласно положения раздела 61.94 14 CFR;

3) наличие спортивной лицензии и соответствие всем требованиям, содержащимся в разделе 61.325 14 CFR, или соответствие требованиям к пилоту-ученику, проходящему обучение для получения любительской лицензии пилотирования, согласно положениям раздела 61.94 14 CFR, или требованиям к пилоту-ученику согласно положениям разделов 61.94 и 61.95 14 CFR.

Если иное не разрешено службой АТС, все ЛА, эксплуатируемые в воздушном пространстве класса B, обязательно должны быть оснащены бортовыми ответчиками (транспондерами) и автоматическими высотомерами, полностью соответствующими всем спецификациям раздела 91.215(a) 14 CFR, а также приёмо-передающими радиостанциями, способными обеспечить связь со службой УВД на указанной ею радиочастоте.

Класс C

В настоящем разделе главным аэропортом будет называться аэропорт, для которого установлено воздушное пространство класса C, а вспомогательным аэропортом — любой другой аэропорт в пределах воздушного пространства класса C. Пилоты могут производить взлёт или посадку во вспомогательном аэропорте в пределах пространства класса C только в соответствии с правилами прибытия и отправления воздушных судов FAA.

Пилот обязан установить двустороннюю радиосвязь со службой УВД, обеспечивающей управление воздушным движением, перед входом в воздушное пространство и сохранять её в течение всего периода пребывания в нём.

Пилот, осуществляющий вылет из главного или вспомогательного аэропорта, оснащённого КДП, должен установить двустороннюю радиосвязь с диспетчерской вышкой и сохранять её в течение всего времени пребывания в воздушном пространстве класса С. Пилот, осуществляющий вылет из вспомогательного аэропорта без КДП, должен немедленно после взлёта установить двустороннюю радиосвязь с органом УВД, осуществляющим управление воздушным движением в воздушном пространстве класса С.

Если иное не разрешено органом УВД, осуществляющим управление воздушным движением в воздушном пространстве класса С, все ЛА, находящиеся в данном воздушном пространстве, должны быть снащены бортовыми ответчиками (транспондерами), полностью соответствующими всем спецификациям раздела 91.215 14 CFR.

Класс D

Пилоты могут производить взлёт или посадку во вспомогательном аэропорту в пределах пространства класса D только в соответствии с правилами прибытия и отправления воздушных судов FAA. Пилот, осуществляющий вылет из главного или вспомогательного аэропорта, оснащённого КДП, должен установить двустороннюю радиосвязь с диспетчерской вышкой и сохранять её в течение всего времени пребывания в воздушном пространстве класса D. Пилот, осуществляющий вылет из вспомогательного аэропорта без КДП, должен немедленно после взлёта установить двустороннюю радиосвязь с органом УВД, осуществляющим управление воздушным движением в воздушном пространстве класса D.

Пилот обязан установить двустороннюю радиосвязь со службой УВД, обеспечивающей управление воздушным движением, перед входом в воздушное пространство и сохранять её в течение всего периода пребывания в нём.

Если во время полёта по ППП произойдёт отказ бортовой радиостанции, пилот должен продолжать полёт по маршруту, согласованному с органом УВД, или (при радиолокационном векторении) по прямому маршруту от точки отказа радиостанции до пункта трассы, маршрута или траектории, заданных диспетчером радиолокационного наведения. В отсутствие заданного курса, пилот должен продолжать движение по маршруту, рекомендованному службой УВД ранее; или, если таких рекомендаций получено не было, по маршруту, указанному в плане полёта.

Если отказ бортовой радиостанции произойдёт во время полёта по ПВП, командиру воздушного судна разрешается продолжить полёт и осуществить посадку, если погодные условия соответствуют или превышают эксплуатационные метеоминимумы общих ПВП, визуальный контакт с диспетчерской вышкой установлен и разрешение на посадку получено.

Класс E

Если иное не предписывается 14 CFR, часть 93 или не разрешено органом УВД, осуществляющим управление движением в воздушном пространстве класса E,

Класс воздушного пространства	Требования к входу	Требования к оборудованию	Минимум требуемой лицензии пилота
A	Разрешение службы УВД	Наличие оборудования для полётов по ППП	Квалификация для полётов по ППП
B	Разрешение службы УВД	Радиостанция двусторонней связи, транспондер с высотомером	Лицензия частного пилота (однако, при соответствии нормативным требованиям пилот-студент или пилот с любительской лицензией пилотирования может эксплуатировать ЛА в зоне вспомогательного аэропорта)
C	Установление двусторонней радиосвязи перед входом	Радиостанция двусторонней связи, транспондер с высотомером	Никаких
D	Установление двусторонней радиосвязи перед входом	Радиостанция двусторонней связи	Никаких
E	Для полёта по ПВП – никаких	Никаких	Никаких
G	Никаких	Никаких	Никаких

Рис. 14-10. Требования к лётной деятельности в воздушном пространстве.

все пилоты, эксплуатирующие ЛА в зоне аэропорта в пределах пространства класса E, должны выполнять требования, предъявляемые при полётах в пространстве класса G. Пилоты также обязаны подчиняться схеме движения, предписанной для этого аэропорта согласно 14 CFR , часть 93.

Если иное не предписано или не разрешено службой УВД, эксплуатация ЛА в зоне аэропорта, оснащённого КДП, может осуществляться только при наличии двусторонней радиосвязи между пилотом и диспетчерским пунктом. Связь должна быть установлена на расстоянии не менее четырёх морских миль (6,4 км) при полёте на высоте 2500 футов (762 м) над УЗП и выше. Однако, при отказе бортовой радиостанции командиру воздушного судна разрешается продолжить полёт и осуществить посадку, если погодные условия соответствуют или превышают эксплуатационные метеоминимумы общих ПВП, визуальный контакт с диспетчерской вышкой установлен и разрешение на посадку получено.

Если отказ бортовой радиостанции произойдёт во время полёта по ППП, пилот должен продолжать полёт по маршруту, согласованному с органом УВД, или (при радиолокационном векторении) по прямому маршруту от точки отказа радиостанции до пункта трассы, маршрута или траектории, заданных диспетчером радиолокационного наведения. В отсутствие заданного курса, пилот должен продолжать движение по маршруту, рекомендованному службой УВД ранее; или, если таких рекомендаций получено не было, по маршруту, указанному в плане полёта.

Класс G

При заходе на посадку в аэропорту без КДП в пределах воздушного пространства класса G:

1) все повороты самолётов должны выполняться в левую сторону, за исключением случая, когда маркировка или светосигнальное оборудование аэропорта указывают на правое направление поворотов, - в этом случае все повороты должны выполняться в правую сторону;
2) пилоты вертолётов и парапланов должны избегать попадания в спутный след ЛА с неподвижным крылом.

Если иное не предписано или не разрешено службой УВД, эксплуатация ЛА в зоне аэропорта, оснащённого КДП, может осуществляться только при наличии двусторонней радиосвязи между пилотом и диспетчерским пунктом. Связь должна быть установлена на расстоянии не менее четырёх морских миль (6,4 км) при полёте на высоте 2500 футов (762 м) над УЗП и выше. Однако, при отказе бортовой радиостанции командиру воздушного судна разрешается продолжить полёт и осуществить посадку, если погодные условия соответствуют или превышают эксплуатационные метеоминимумы общих ПВП, визуальный контакт с диспетчерской вышкой установлен и разрешение на посадку получено.

Если отказ бортовой радиостанции произойдёт во время полёта по ППП, пилот должен продолжать полёт по маршруту, согласованному с органом УВД, или (при радиолокационном векторении) по прямому маршруту от точки отказа радиостанции до пункта трассы, маршрута или траектории, заданных диспетчером радиолокационного наведения. В отсутствие заданного курса, пилот должен продолжать движение по маршруту, рекомендованному службой УВД ранее; или, если таких рекомендаций получено не было, по маршруту, указанному в плане полёта.

Сверхлёгкие ЛА

Эксплуатация сверхлёгких ЛА в воздушных пространствах классов A, B, C или D либо в пределах горизонтальных границ участка поверхности пространства класса E, установленного для какого-либо аэропорта, допускается после получения разрешения от органа УВД, осуществляющего управление воздушным движением в этом пространстве. (См. 14 CFR, часть 103).

Неуправляемые воздушные шары

Если на это нет специального разрешения службы АТС, запрещается эксплуатация неуправляемых воздушных шаров на высоте более 2000 футов (610 м) в пределах горизонтальных границ воздушных пространств классов A, B, C, D или E, установленных для какого-либо аэропорта. (См. 14 CFR, часть 101).

Прыжки с парашютом

Без разрешения органа УВД, осуществляющего управление движением в воздушном пространстве, или в нарушение условий этого разрешения, прыжки с парашютом, а равно и сброс парашютистов с ЛА в пределах границ воздушных пространств классов A, B, C или D запрещаются. (См. 14 CFR, часть 105).

G150
N15DGA

ГЛАВА 15

Навигация

Настоящая глава представляет собой введение в методику выполнения маршрутных полётов по правилам визуальных полётов (ПВП). Содержащаяся в ней практическая информация будет полезна начинающим пилотам при планировании и выполнении маршрутных полётов.

Аэронавигация — это процесс пилотирования ЛА из одной географической точки в другую с отслеживанием его положения по мере движения по маршруту. Она невозможна без планирования полёта, которое включает в себя прокладку маршрута на аэронавигационной карте, выбор контрольных точек, измерение расстояний между ними, получение актуальной информации о погодных условиях, расчёт курсов, времени полёта и необходимого количества топлива. В настоящей главе описываются такие методы, как пилотаж (навигация по визуальным ориентирам), счисление пути (расчёт курса и расстояния от известной точки) и радионавигация (навигация с использованием средств радиосвязи).

Аэронавигационные карты

Для пилотов, выполняющих полёт по ПВП, аэронавигационная карта — то же самое, что атлас автодорог для водителя автомобиля. Карты позволяют пилотам отслеживать своё текущее положение и содержат информацию, важную с точки зрения обеспечения безопасности полёта. Для полётов по ПВП в воздушном

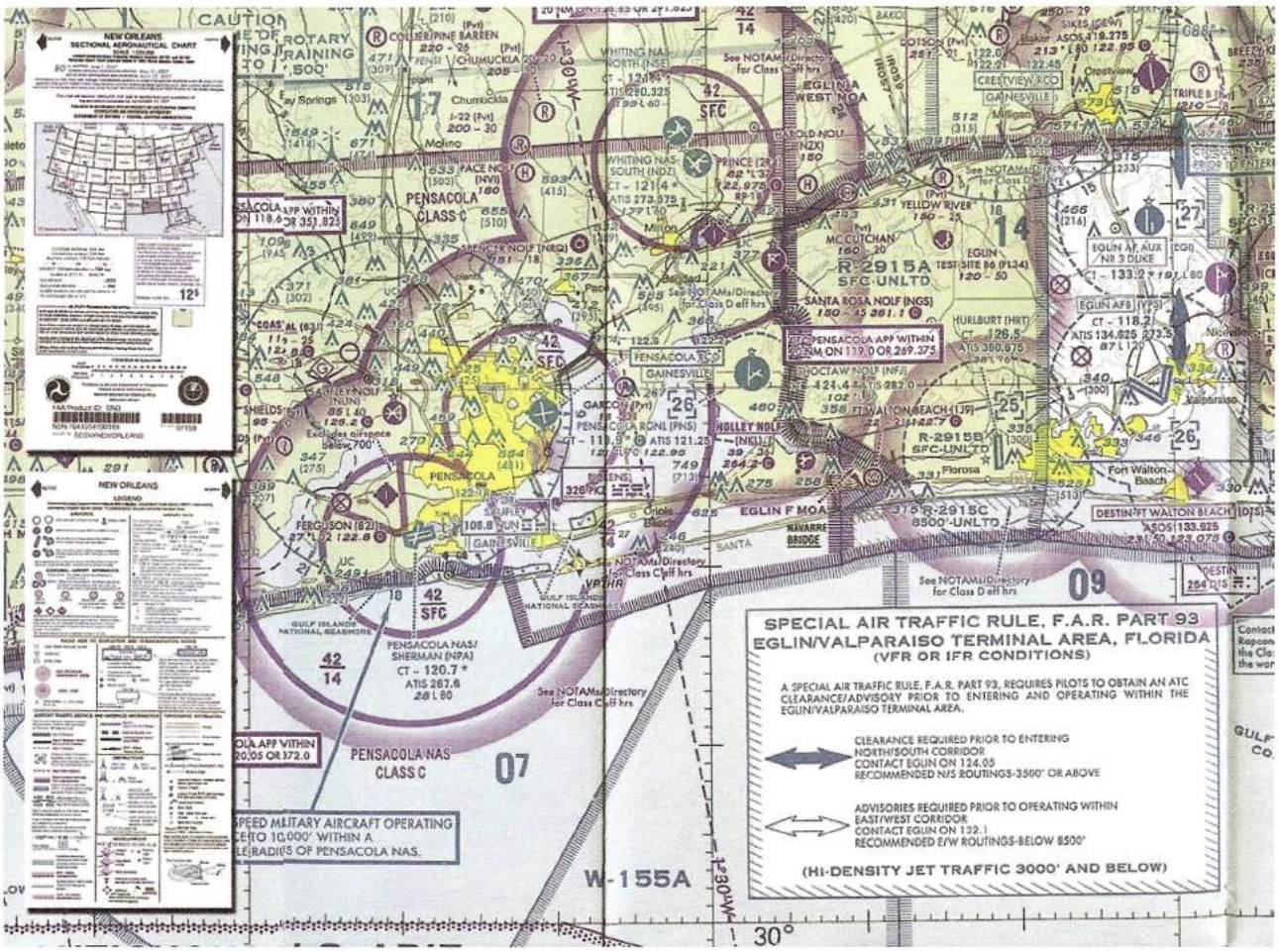


Рис. 15-1. Секционная аэронавигационная карта и её легенда.

пространстве США используются аэронавигационные карты трёх видов:

- секционные карты;
- карты зоны аэропорта для полётов по ПВП;
- международные аэронавигационные карты.

Каталог аэронавигационных карт и сопутствующих изданий с указанием цен и способов заказа доступен на веб-сайте Федерального управления гражданской авиации США (FAA) по адресу http://www.faa.gov/air_traffic/flight_info/aeronav/productcatalog/.

Секционные карты

Секционные карты — это наиболее распространённый вид аэронавигационных карт, используемых пилотами в США. Секционные карты имеют масштаб 1: 500 000 (1 дюйм соответствует 6,86 морских миль или примерно 8 сухопутным милям), что обеспечивает достаточно высокую детализацию графической информации.

Карты содержат множество самых разнообразных данных, включая сведения об аэропортах, навигационных средствах, воздушном пространстве и топографии местности. На *рис. 15–1* приведён фрагмент секционной карты. Секционные карты сопровождаются очень подробными информационными вставками, с помощью которых пилот может интерпретировать большинство приведённой на карте информации. Вставки на секционных картах также могут содержать такие сведения, как частоты службы управления воздушным движением (УВД) и информацию о воздушном пространстве. Секционные карты подлежат регулярному полуавтоматическому обновлению. Исключение составляют некоторые районы за пределами континентальных штатов США, где карты обновляются раз в год.

Карты зоны аэропорта для полётов по ПВП

Карты зоны аэропорта для полётов по ПВП необходимы при полёте в пределах воздушного пространства

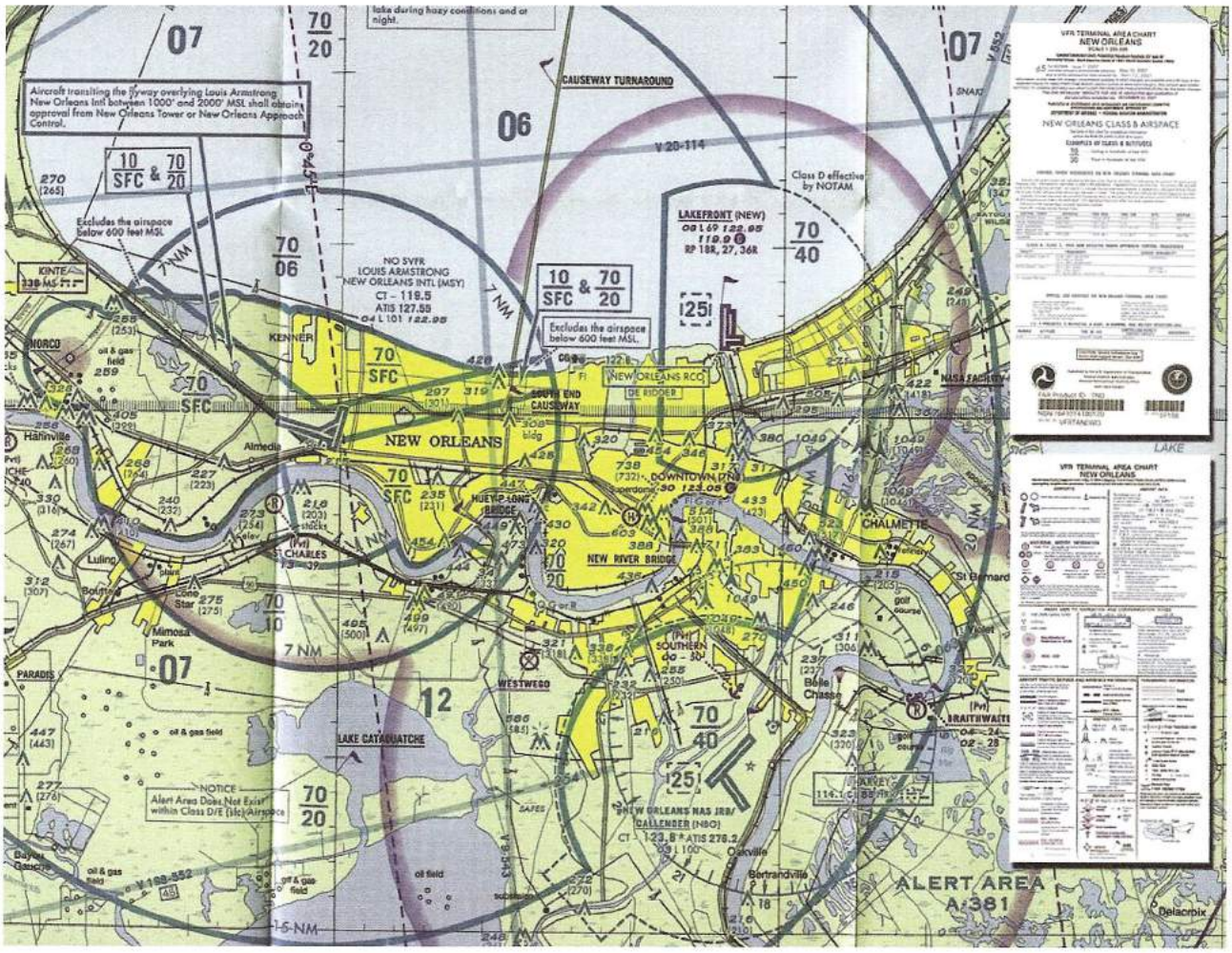


Рис. 15-2. Карта зоны аэропорта для полётов по ПВП.

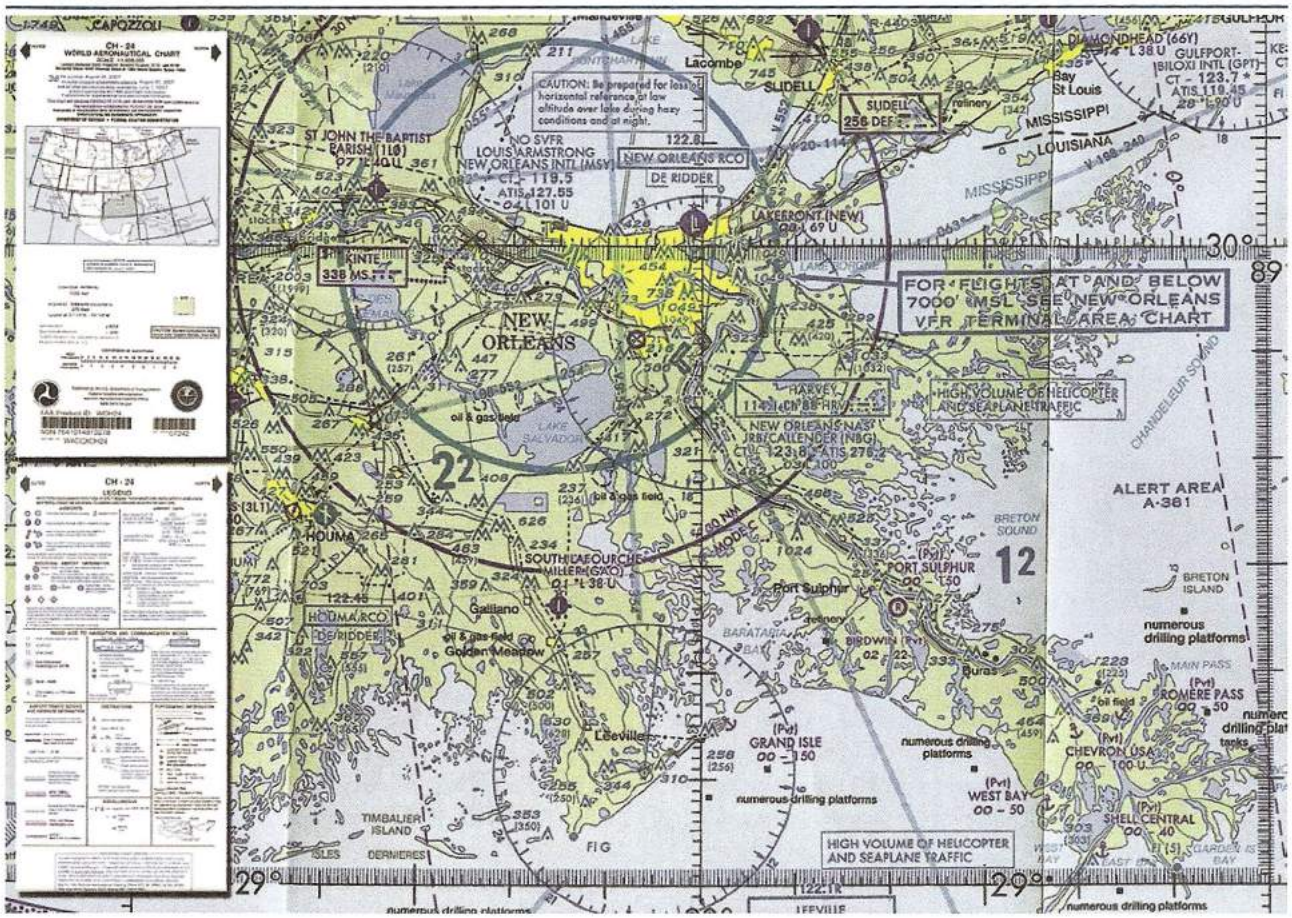


Рис. 15-3. Международная аэронавигационная карта.

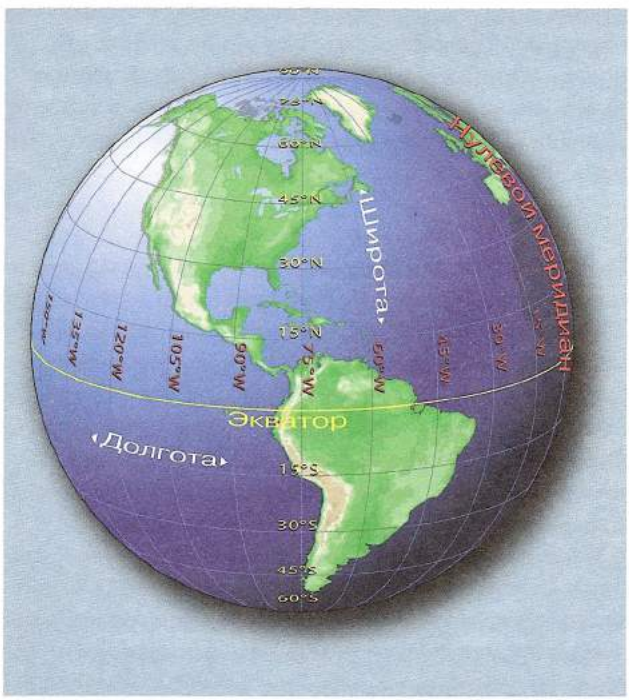


Рис. 15-4. Меридианы и параллели – основа измерения времени, расстояний и направления.

класса B или вблизи него. Они выполняются в масштабе 1:250000 (1 дюйм соответствует 3,43 морских миль или примерно 4 сухопутным милям). Эти карты содержат очень подробную топографическую информацию и обновляются два раза в год, за исключением карт некоторых районов Аляски и островов Карибского бассейна *(рис. 15-2)*.

Международные аэронавигационные карты

Международные аэронавигационные карты имеют стандартизованный формат и описывают участки земной поверхности различных частей света в размере и масштабе, пригодных для использования при управлении среднескоростными ЛА. Графическая информация таких карт представлена в масштабе 1:1000000 (1 дюйм соответствует 13,7 морских миль или примерно 16 сухопутным милям). По способу представления информации международные аэронавигационные карты аналогичны секционным, с тем отличием, что масштаб последних позволяет достичь большей детализации *(рис. 15-3)*.

Эти карты обновляются ежегодно, за исключением карт некоторых районов Аляски, Мексики и островов Карибского бассейна, обновляющихся раз в два года.

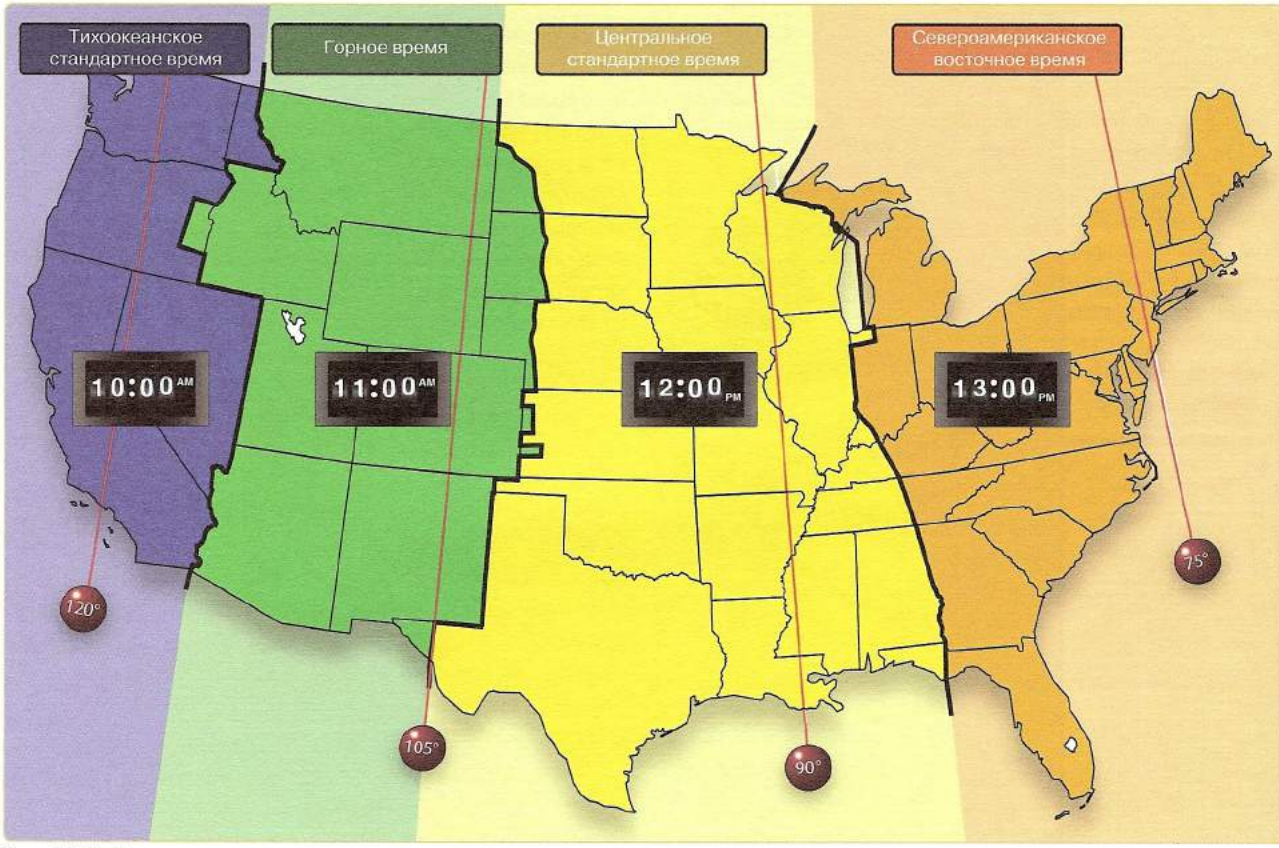


Рис. 15-5. Часовые пояса.

Широта и долгота (меридианы и параллели)

Экватор — это воображаемая окружность, все точки которой равноудалены от полюсов Земли. Окружности, параллельные экватору (линии, соединяющие запад и восток), называются географическими параллелями (параллелями широты). Значение географической широты заданной точки равно углу между отвесной линией в этой точке и плоскостью экватора, отсчитываемого от 0 до 90° в обе стороны от экватора (в направлении севера и юга). Географическая широта каждого из полюсов равна 90°, что составляет одну четвёртую часть окружности. 48 континентальных штатов США расположены между 25° и 49° северной широты. На рис. 15–4 стрелки, обозначенные как «широта», указывают на линии географической широты.

Меридианы долготы — это линии, соединяющие Северный и Южный полюса и проведённые под прямым углом к экватору. Отсчёт значений географической долготы ведётся в градусах на восток и запад от так называемого «нулевого меридиана», который проходит через район Гринвич, Англия. 48 континентальных штатов США расположены между 67° и 125° западной долготы. На *рис. 15-4* стрелки, обозначенные как «долгота», указывают на линии географической долготы.

Значения широты и долготы заданной точки называются географическими координатами и однозначно определяют положение этой точки на земной поверхности. Например, столица США, город Вашингтон, имеет примерные координаты 39° северной широты (с. ш.) и 77° западной долготы (з. д.). Координаты города Чикаго — примерно 42 °С. ш. и 88° з. д.

Часовые пояса

Меридианы используются также для определения границ часовых поясов. Продолжительность дня равна времени, необходимому Земле для того, чтобы совершить один полный поворот (360°) вокруг своей оси. Поскольку день содержит 24 часа, скорость вращения Земли равна приблизительно 15° в час. В полдень каждого дня солнце находится непосредственно над меридианом; к западу от меридиана находится утро, к востоку — вечер.

Международной практикой определено, что ширина каждого часового пояса составляет 15° вдоль линий географической широты. Таким образом, расхождение между соседними часовыми поясами составляет ровно один час. Территория США делится на четыре часовых пояса. Эти пояса носят следующие названия: Североамериканское восточное время

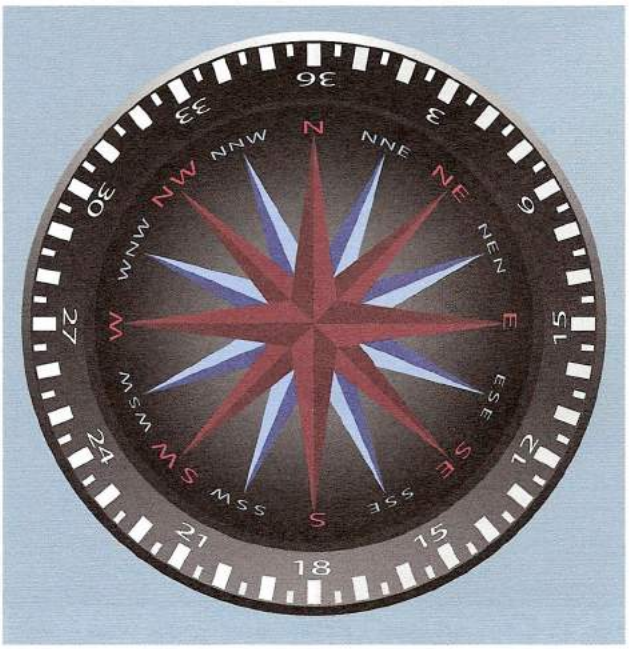


Рис. 15-6. Картушка компаса.

(Eastern Standard Time, EST, 75°), Центральное стандартное время (Central Standard Time, CST, 90°), Горное время (Mountain Standard Time, MST, 105°) и Тихоокеанское стандартное время (Pacific Standard Time, PST, 120°). Границы часовых поясов иногда отклоняются от прямой линии, поскольку жители граничных районов часто считают для себя удобным оставаться в пределах часового пояса близлежащих городов или торговых центров.

На *рис. 15-5* показаны часовые пояса Соединённых Штатов Америки. Момент, когда солнце проходит точно над 90-м меридианом, соответствует полудню по Центральному стандартному времени. В этот момент в поясе Североамериканского восточного времени 1 час дня, в поясе Горного времени 11 часов утра, а в поясе Тихоокеанского стандартного времени — 10 часов утра. В период действия летнего времени (обычно между вторым воскресеньем марта и первым воскресеньем ноября каждого года) солнце проходит точно над 75-м меридианом в полдень по Центральному летнему времени.

При длительном полёте в восточном направлении следует учитывать временные различия часовых поясов — особенно, если полёт необходимо закончить до наступления темноты. Помните: при пересечении границы часового пояса с запада на восток теряется один час. Это может произойти даже при полёте с западного на восточный край одного и того же часового пояса. Перед полётом в восточном направлении обратитесь в станцию службы обеспечения полётов или в Национальную метеорологическую службу (NWS) с запросом о времени захода солнца в пункте назначения и используйте эту информацию при планировании полёта.

В большинстве случаев, время в авиации указывается в формате 24 часов. В американской авиации для обозначения времени используют четыре цифры — первые две для часов, вторые две — для минут. Разделительный знак между цифрами не ставится. Это характерно для инструкций органов УВД, сводок и прогнозов погоды. Например: 9 часов утра обозначается как 0900, 1 час дня — как 1300, 10 часов вечера — 2200.

Поскольку в процессе полёта пилот может пересечь несколько часовых поясов, была введена в действие стандартная система отсчёта времени. Она называется Всемирным координированным временем (Universal Coordinated Time, UTC). Иногда его также называют Средним временем по Гринвичу (Greenwich Mean Time, GMT) или Зулусским временем. Всемирное координированное время (UTC) — это время на нулевом меридиане, который проходит через район Лондона Гринвич. В основе времени всех часовых поясов мира лежит время UTC. Для перевода местного времени во время UTC необходимо сделать следующее:

Североамериканское восточное время ..... прибавить 5 часов
Центральное стандартное время..... прибавить 6 часов
Горное время ..... прибавить 7 часов
Тихоокеанское стандартное время..... прибавить 8 часов

В период действия летнего времени после этой операции нужно из полученного результата вычесть 1 час.

Измерение направления

При использовании меридианов расстояние между точками на земной поверхности можно измерить в градусах, в направлении по часовой стрелке от истинного направления северного меридиана. Для определения курса предполагаемого полёта проведите на карте линию из пункта вылета в пункт назначения и измерьте угол между этой линией и меридианом. Направление выражается в градусах (как на картушке компаса, изображённой на *рис. 15-6*).

Поскольку меридианы не параллельны, а сходятся у полюсов, курс необходимо измерять относительно меридиана, ближайшего к середине маршрута, а не к пункту вылета. Курс, измеренный на карте, называют истинным курсом (ИК). Истинный курс всегда измеряется относительно меридиана или истинного севера. Он представляет собой направление полёта, измеренное в градусах по часовой стрелке от истинного севера.

Как показано на *рис. 15-7*, направление от точки А к точке В представляет собой истинный курс 065°, в то время как обратное направление (так называемый встречный курс) соответствует истинному курсу 245°.

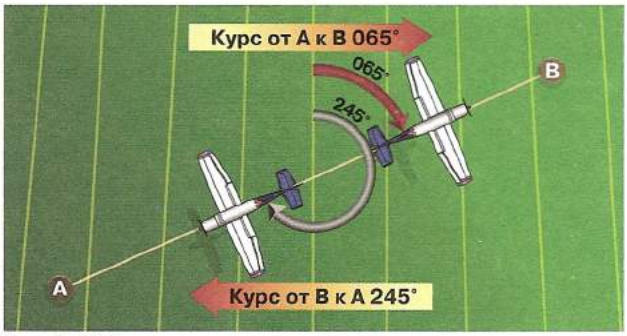


Рис. 15-7. На аэронавигационных картах курс определяется по отношению к меридиану.

Истинным направлением (ИН) называется направление, в котором во время полёта указывает нос ЛА, измеренное в градусах по часовой стрелке от истинного севера. Обычно во время полёта нос ЛА ориентирован под небольшим углом к истинному направлению, чтобы компенсировать воздействие ветра. Следовательно, численное значение истинного направления может не соответствовать значению истинного курса.

Более подробно этот вопрос будет изложен ниже в настоящей главе. Для простоты предположим, что полёт проходит при полностью безветренной погоде, при которой направление и курс совпадают. Таким образом, если истинный курс равен 065°, истинное направление также будет равно 065°. В реальных условиях, однако, при использовании компаса необходимо делать поправку на магнитное склонение и компасную девиацию.

Склонение

Магнитным склонением называется угол между истинным и магнитным направлениями северного меридиана (географическим и магнитным меридианами). Магнитное склонение бывает восточным и западным — в зависимости от того, находится ли магнитный север к востоку или западу от истинного севера соответственно.

Северный магнитный полюс (MN) расположен вблизи 71 °С.ш. и 96° з.д., примерно в 1300 милях (2090 км) от географического или истинного северного полюса (TN) (см. рис. 15–8). Если бы магнитное поле Земли было однородным, стрелка компаса указывала бы в направлении магнитного полюса, и в этом случае зазор между истинным севером (точкой схождения географических меридианов) и магнитным севером (точкой схождения магнитных меридианов) определялся бы взаимным расположением этих точек.

В действительности, магнитное поле Земли не однородно. На территории США стрелка компаса обычно указывает более или менее в направлении магнитного полюса, но это направление

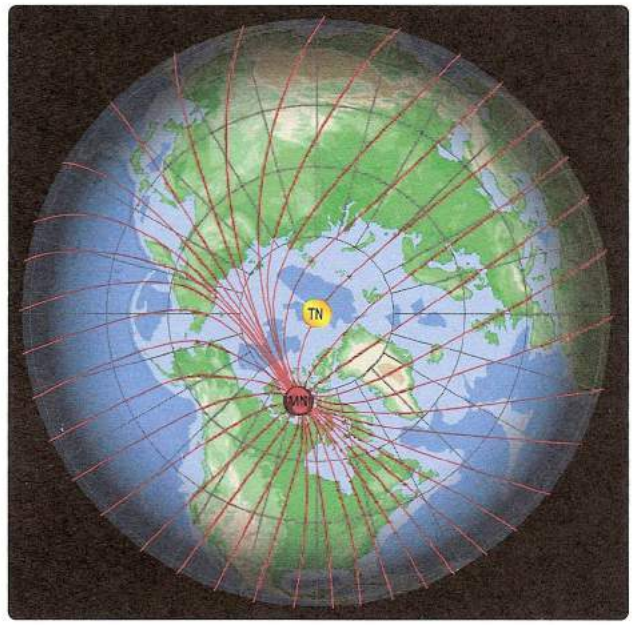


Рис. 15-8. Красные линии – магнитные меридианы, синие – линии географических широт и меридианов. Магнитные меридианы позволяют определить влияние магнитного склонения на показания компаса.

в различных географических пунктах может отличаться на несколько градусов. Поэтому пришлось провести измерения точной величины магнитного склонения в тысячах географических пунктах США. Величина и направление магнитного склонения, которые с течением времени претерпевают некоторые изменения, изображаются на аэронавигационных картах в виде ломаных пурпурных линий, называемых изогонами, которые соединяют точки с одинаковым

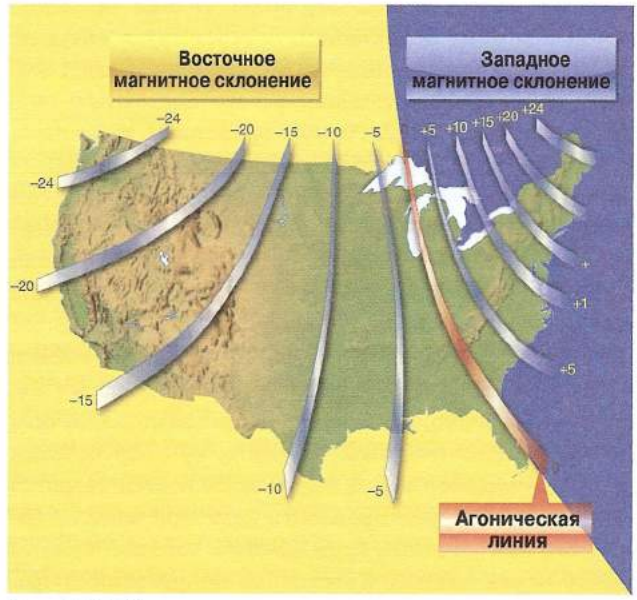


Рис. 15-9. Обратите внимание на агонические линии, соединяющие точки с нулевым магнитным склонением.

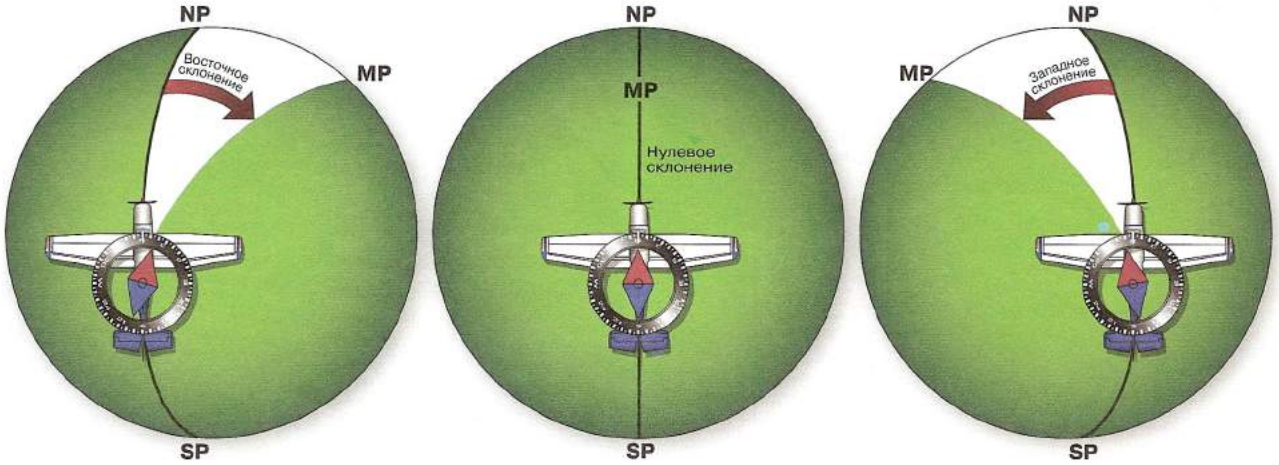


Рис. 15–10. Влияние на компас магнитного склонения.

значением магнитного склонения. (Линия, соединяющая точки нулевого магнитного склонения, называется агоной). Карта магнитного склонения (изогоническая) показана на *рис. 15-9*. Небольшие изгибы и повороты изогонических и агонических линий вызваны необычными геологическими условиями, влияющими на магнитное поле Земли в этих районах.

На западном побережье Соединённых Штатов стрелка компаса указывает к востоку от истинного севера; на восточном побережье — к западу от него.

Существуют точки с нулевым значением магнитного склонения (они лежат на агонической линии); в этих точках направления на истинный и магнитный север совпадают. На территории США агона проходит к западу от Великих озёр, на юг через штаты Висконсин, Иллинойс, западное Теннесси, далее вдоль границы между штатами Миссисипи и Алабама (ср. *рис. 15-9* и *15-10*).

Поскольку в авиации курс измеряется по отношению к географическим меридианам (указывающим в направлении истинного севера), а затем контролируется с помощью компаса (стрелка которого указывает вдоль магнитного меридиана в направлении магнитного севера), при прокладке маршрута предполагаемого полёта необходимо перевести значения истинного направления в магнитное направление. Для перевода нужно прибавить к значению истинного направления величину магнитного склонения, определив её по ближайшей изогонической линии на карте.

Для примера проведём на карте прямую линию, соединяющую два пункта, и назовём эту линию истинным курсом (измеренным относительно истинного севера). Однако, если мы собираемся во время полёта удерживать курс с помощью магнитного компаса, нам нужно будет учесть три фактора. Этими факторами является магнитное склонение, компасная девиация и поправка на ветер. Каждый из факторов оказывает существенное влияние на точность навигации.

Магнитное склонение

Как было сказано выше, для вычисления магнитного направления нужно прибавить или вычесть к истинному направлению величину магнитного склонения для данного географического пункта. Если полёт проходит над пунктами с различной величиной магнитного склонения, необходимо учесть эту разницу. Курс, определённый после внесения всех поправок, называется магнитным курсом.

Компасная девиация

Корпус ЛА, его компоненты и узлы создают локальное магнитное поле, влияющее на показания бортового компаса. Пилот должен делать поправку на это влияние, увеличивая или уменьшая угол наклона магнитной стрелки (в зависимости от направления полёта).

Поправка на девиацию (выполняемая с помощью девиационной таблицы компаса) позволяет преобразовать локальный магнитный курс ЛА (на который влияет локальное магнитное поле) в компасный курс. Таким образом, для выполнения полёта из точки А в точку В необходимо постоянно следовать компасным курсом (в условиях полного отсутствия ветра), даже если направление движения ЛА не совпадает с первоначальным курсом, проложенным на карте.

Если указана величина склонения «9° Е», это означает, что магнитный север находится в 9° к востоку от истинного севера. Если истинный курс полёта 360°, из этой величины нужно вычесть 9°, что даёт нам величину магнитного направления 351°. Если мы собираемся лететь на восток, магнитный курс будет равен 081° (090° – 9°). Если на юг, то магнитный курс будет равен 171° (180° – 9°). Если на запад, то он будет

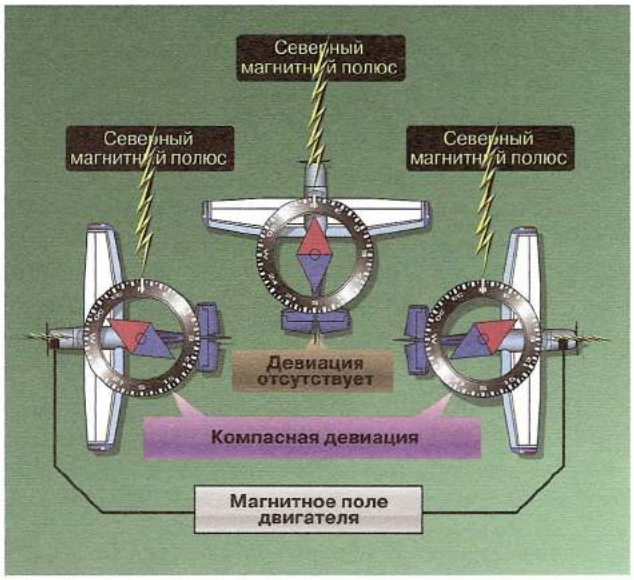


Рис. 15-11. Намагниченные части ЛА заставляют стрелку компаса отклоняться от своего нормального положения.

равен 261° (270° — 9°). Если истинное направление полёта 060°, следует лететь магнитным курсом 051° (060° — 9°).

Помните: если склонение к западу — прибавляйте его; если к востоку — вычитайте.

Девиация

Определение магнитного направления — это всего лишь промежуточный шаг, необходимый для вычисления правильного компасного направления полёта. Для расчёта компасного направления нужно сделать поправку на девиацию. Под воздействием различных магнитных полей внутри ЛА (создаваемых электрическими цепями, радиостанцией, бортовым освещением, приборами, двигателем и намагниченными металлическими частями) стрелка компаса может отклоняться от правильного направления. Это отклонение называется компасной девиацией. Значение отклонения различно для каждого ЛА и может варьироваться в зависимости от направления его движения. Например, если магнитное поле двигателя притягивает северный конец стрелки компаса, при движении по направлению к магнитному северу девиация не будет влиять на показания компаса. Однако, если ЛА движется на запад или восток, показания компаса будут содержать ошибку, как показано на *рис. 15-11*. Магнитное поле может создаваться многими компонентами ЛА; двигатель был упомянут только в качестве примера.

Величина ошибки может быть уменьшена с помощью определённых настроек прибора, называемых компенсацией девиации, но полная поправка может быть внесена только пилотом.

Компенсация компасной девиации должна проводиться компетентным специалистом. Поскольку магнитное поле внутри ЛА постоянно меняется (из-за толчка при столкновении с землёй, вибрации, механических работ или установки нового оборудования), пилот должен периодически проверять девиацию компаса. Опишем кратко процедуру проверки девиации (называемую «списанием компасной девиации»).

ЛА устанавливается на девиационную площадку, запускается двигатель, включаются электрические приборы, обычно работающие во время полёта (например, радиостанция). ЛА с хвостовым колесом должны быть приподняты домкратом в положение полёта. ЛА ориентируется по северному магнитному полюсу, указанному на девиационной площадке; показания компаса записываются в девиационную таблицу. Затем ЛА поворачивается с интервалом 30°, и после каждого поворота показания компаса записываются в таблицу. Если предполагается полёт в ночное время, включается бортовое освещение и, если показания компаса меняются существенным образом, это также записывается в таблицу.

Точность компаса также можно проверить, соотнеся его показания с известным направлением ориентации ВПП.

Девиационная таблица, аналогичная показанной *на рис. 15-12*, прикрепляется рядом с компасом и указывает на размер поправки, которую необходимо прибавить или вычесть из показаний компаса (обычно с интервалом 30°). Пилот должен научиться вносить в уме поправку в показания компаса, делая это с достаточной точностью. Например, если пилоту нужно внести поправку в значение 195°, а он знает, что для значения 180° поправка равна 0, на для 210° — +2°, он может предположить, что поправка для 195° будет +1°. Магнитное направление, скорректированное с учётом девиации, называется компасным направлением.

Магнитный курс	С	30	60	В	120	150
Компасный курс	0	28	57	86	117	148
Магнитный курс	Ю	210	240	З	300	330
Компасный курс	180	212	243	274	303	332

Рис. 15-12. Девиационная таблица.

Воздействие ветра

Выше объяснялось, как измерить истинный курс на аэронавигационной карте и как сделать поправку на магнитное склонение и компасную девиацию, но ещё один важный фактор — ветер — рассмотрен не был. Как говорилось в предыдущих главах, ветер — это воздушная масса, движущаяся вдоль земной поверхности в определённом направлении.

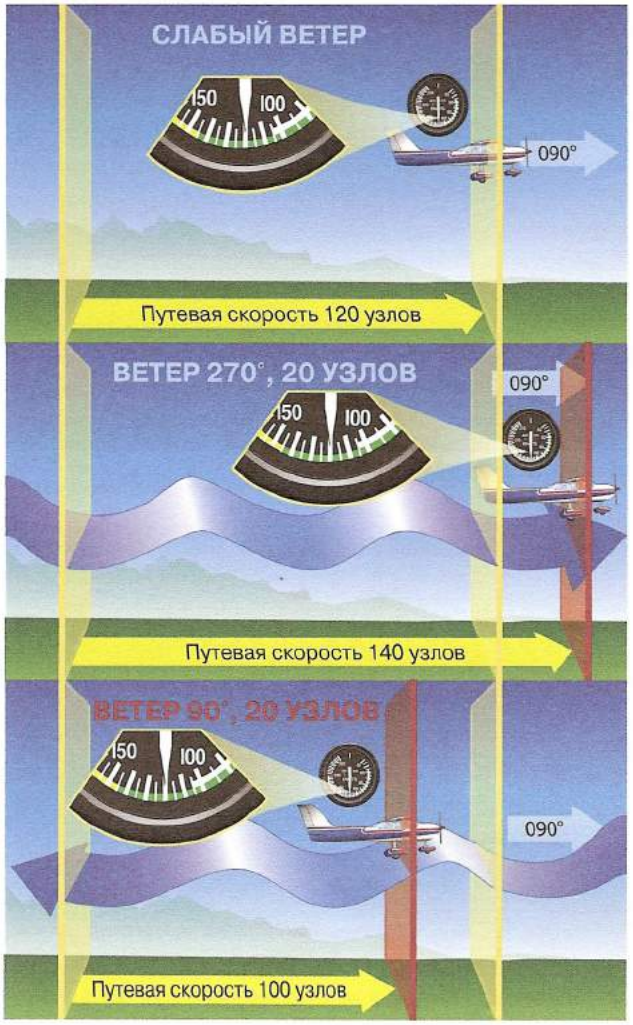


Рис. 15-13. Движение воздуха влияет на скорость, с которой ЛА движется относительно земной поверхности, но не на воздушную скорость, с которой ЛА движется сквозь воздух.

Когда ветер дует с севера со скоростью 25 узлов, это означает, что воздух движется на юг над поверхностью земли со скоростью 25 морских миль (40 км) в час. Соответственно, любой инертный объект, не связанный с землёй, также будет перемещаться на юг со скоростью 25 миль в час. Это явление можно наблюдать, например, когда такие объекты, как облака, пыль или детские воздушные шары движутся, несомые ветром. Естественно, ЛА, летящий внутри движущейся воздушной массы, испытывает такое же влияние. Несмотря на то, что ЛА слишком тяжёл, чтобы свободно перемещаться вместе с ветром, он движется сквозь воздух одновременно с движением воздуха относительно земной поверхности, а значит, ветер неизбежно оказывает на него влияние. Следовательно, по истечении одного часа полёта, положение ЛА определяется сочетанием двух факторов:

- движение воздушной массы относительно земной поверхности;
- поступательное движение ЛА сквозь воздушную массу.

Два этих движения независимы друг от друга. Движется ли воздух, сквозь который летит ЛА, или он неподвижен,— пилот не ощущает разницы между этими состояниями. Пилот, движущийся сквозь 10-балльный шторм по шкале Бофорта в условиях отсутствия видимости земли, может вообще не подозревать о наличие ветра за бортом ЛА (пока не попадёт в зону турбулентности). Относительно наземных ориентиров, однако, ЛА будет двигаться быстрее при попутном ветре и медленнее — при встречном, либо дрейфовать вправо или влево — при боковом.

Как показано на *рис. 15-13*, ЛА, движущийся на восток с воздушной скоростью (ВС) 120 узлов в условиях штиля, имеет такую же путевую скорость (ПС) — 120 узлов. Если воздушная масса движется на восток со скоростью 20 узлов, воздушная скорость ЛА останется неизменной, но относительно земли он будет двигаться со скоростью 120 + 20 = 140 узлов. И напротив, если воздушная масса движется на запад со скоростью 20 узлов, воздушная скорость ЛА сохранится той же, но ПС станет равной 120 –20 = 100 узлов.

Если не внести поправку на ветер, ЛА, летящий на восток со скоростью 120 узлов сквозь воздушную массу, движущуюся в южном направлении со скоростью 20 узлов, в конце первого часа полёта окажется почти в 120 милях к востоку от точки вылета (благодаря своему поступательному движению сквозь воздух) и в 20 милях к востоку от неё (благодаря воздействию ветра). В этих обстоятельствах ВС останется равной 120 узлам, но ПС будет определяться сочетанием движений ЛА и воздушной массы. ПС можно определить как расстояние от текущего положения ЛА до точки вылета в конце первого часа полёта. Можно также измерить время, необходимое для перемещения между двумя точками, расстояние между которыми известно. Кроме того, ПС можно рассчитать до начала полёта, построив ветровой треугольник (эта методика будет объяснена ниже) *(рис. 15-14)*.

Сторона, в которую направлен нос ЛА в процессе полёта, называется направлением движения ЛА или курсом. Фактическая траектория перемещения ЛА относительно земли, которая является сочетанием движения самого ЛА и воздушной массы, называется маршрутом ЛА. Угол между направлением и маршрутом ЛА называется углом сноса. Если направление движения ЛА совпадает с истинным курсом, а ветер дует в левый борт, маршрут ЛА будет отличаться от истинного курса. Воздействие ветра будет сносить ЛА вправо, поэтому маршрут будет пролегать правее заданного (или истинного) курса *(рис. 15-15)*.

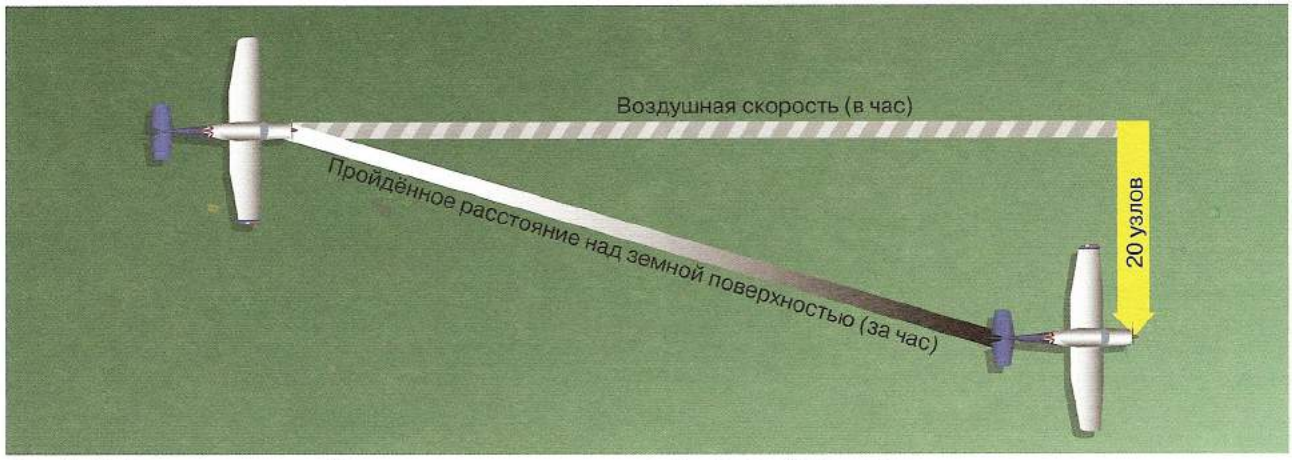


Рис. 15-14. Траектория движения ЛА как результат сложения направлений и скоростей ЛА и ветра.

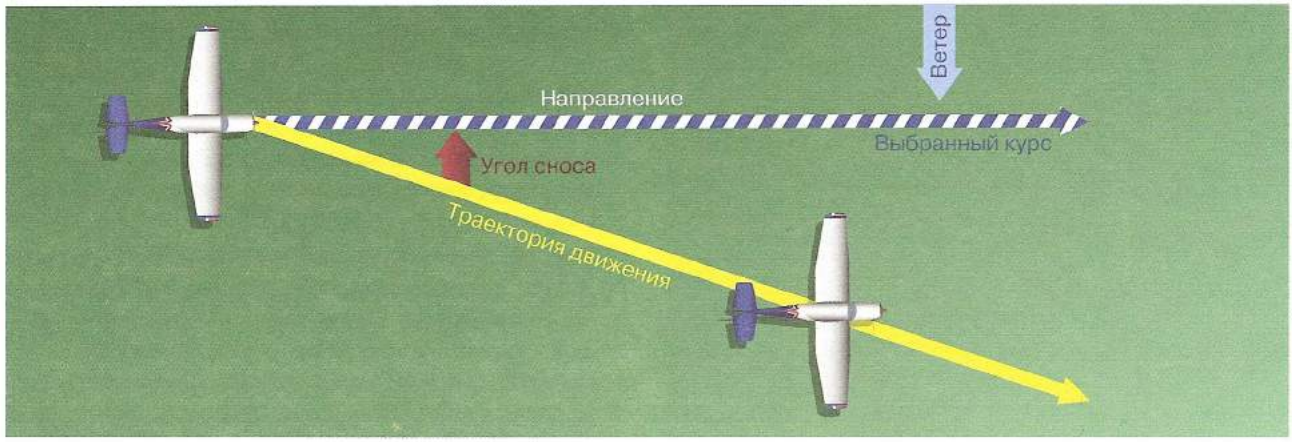


Рис. 15-15. Снос под воздействием ветра и заданный курс.

Для определения компасного направления многие пилоты используют следующий метод: после того, как истинный курс (ИК) измерен и вычислено истинное направление с учётом поправки на ветер (ИН), применяется последовательность операций ИН ± магнитное склонение (МС) = магнитное направление (МН) ± компасная девиация (КД) = компасное направление (КН) *(рис. 15-16)*.

Определив величину сноса, пилот может противодействовать влиянию ветра, обеспечивая совпадение маршрута и заданного курса ЛА. Если воздушная масса движется слева перпендикулярно курсу ЛА, его сносит вправо, и для противодействия влиянию ветра следует изменить направление движения влево в достаточной степени, чтобы компенсировать снос. Иначе говоря, если ветер дует слева, поправка заключается в том, чтобы отклонить ЛА влево на определённый угол, компенсируя снос под воздействием ветра. Этот угол называется углом поправки на ветер (УПВ) и измеряется в градусах влево или вправо от истинного курса *(рис. 15-17)*.

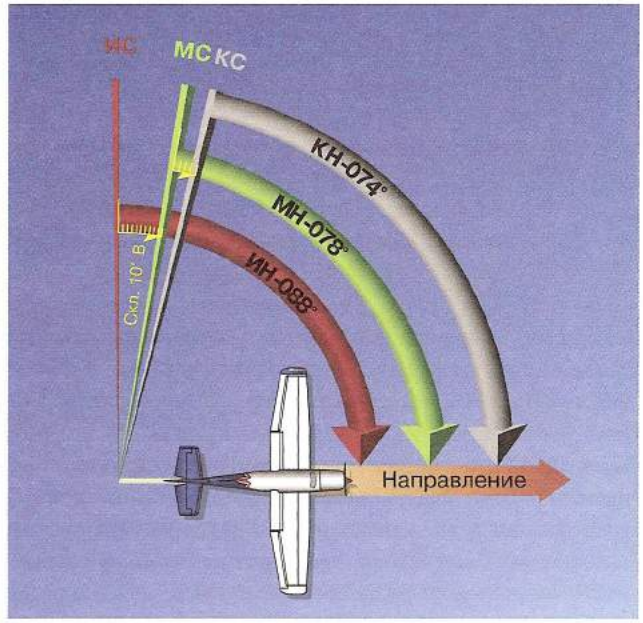


Рис. 15-16. Соотношение между истинным, магнитным и компасным курсами.

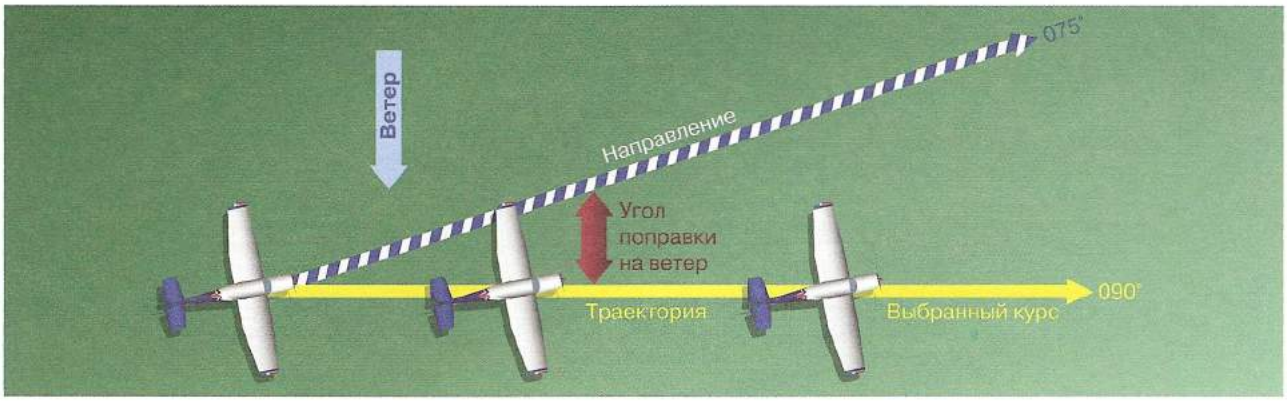


Рис. 15-17. Применение угла поправки на ветер позволяет противодействовать сносу под воздействием ветра, сохраняя заданный курс.

Подведём итоги.

- Курс — это планируемый путь ЛА над земной поверхностью или проведённая на карте линия, отображающая планируемый путь. Курс выражается углом между выбранным началом отсчёта и этой линией. Курс измеряется по часовой стрелке в градусах от 0 до 360°.
- Направление — сторона, в которую направлен нос ЛА во время полёта.
- Маршрут — фактическая траектория движения ЛА над земной поверхностью. Если поправка на ветер сделана правильно, маршрут и курс совпадают.
- Угол сноса — угол между направлением и маршрутом.
- Угол поправки на ветер (УПВ) — поправка, применённая к курсу для того, чтобы обеспечить совпадение маршрута и курса.
- Воздушная скорость (ВС) — скорость движения ЛА сквозь воздух.
- Путевая скорость (ПС) — скорость движения ЛА относительно земной поверхности.

Исходные расчёты

Перед началом маршрутного полёта пилот должен произвести расчёт времени и скорости полёта, расстояния до точки назначения и требуемого количества топлива.

Перевод минут в часы

Часто возникает необходимость перевести время из минут в часы (например, при расчёте скорости, времени полёта или расстояния). Для перевода минут в часы разделите время в минутах на 60 (60 минут = 1 час). Например, 30 минут — это 30/60 = 0,5 часа. Для перевода часов в минуты умножьте время в часах на 60. Например, 0,75 часа — это 0,75 × 60 = 45 минут.

Время T = D/ПС

Для вычисления времени разделите расстояние (D) на путевую скорость (ПС). Время, необходимое для преодоления расстояния в 210 км с ПС 140 км/ч, равно 210/140 = 1,5 часа (0,5 часа × 60 минут = 30 минут). Ответ: 1 час 30 минут.

Расстояние D = ПС × T

Для вычисления расстояния, которое будет пройдено за заданное время, умножьте ПС на время. Расстояние, которое будет пройдено за 1 час 45 минут при скорости 120 км/ч, равно 120 × 1,75 = 210 км.

Путевая скорость ПС = D/T

Для вычисления путевой скорости, разделите расстояние на время, необходимое для его преодоления. Если ЛА пролетает 270 км за 3 часа, ПС равна 270/3 = 90 км/ч.

Перевод узлов в мили в час или в километры в час

Иногда возникает необходимость перевести скорость в узлах в километры в час (km/h) или в мили в час (mph). В американской авиации узлы используются чаще, чем мили в час, но пилот должен уметь переводить скорость из одних единиц в другие и обратно. В бюллетенях Национальной метеорологической службы США скорость приземных и верховых ветров указывается в узлах. Однако указатели воздушной скорости некоторых ЛА калиброваны в mph или в km/h (хотя последнее время большинство индикаторов калибруются как в узлах, так и в милях в час или в километрах в час). Поэтому необходимо знать, как перевести скорость в узлах в мили в час или в километры в час.

Один узел — это одна морская миля в час (NMPH). Поскольку в 1 морской миле (1 NM) 6076,1 фута, а в 1 сухопутной миле (1 SM) 5280 футов, коэффициент пересчёта равен 1,15. Для того, чтобы перевести узлы в мили в час, необходимо умножить скорость в узлах на 1,15. Например, скорость ветра 20 узлов эквивалентна 23 mph.

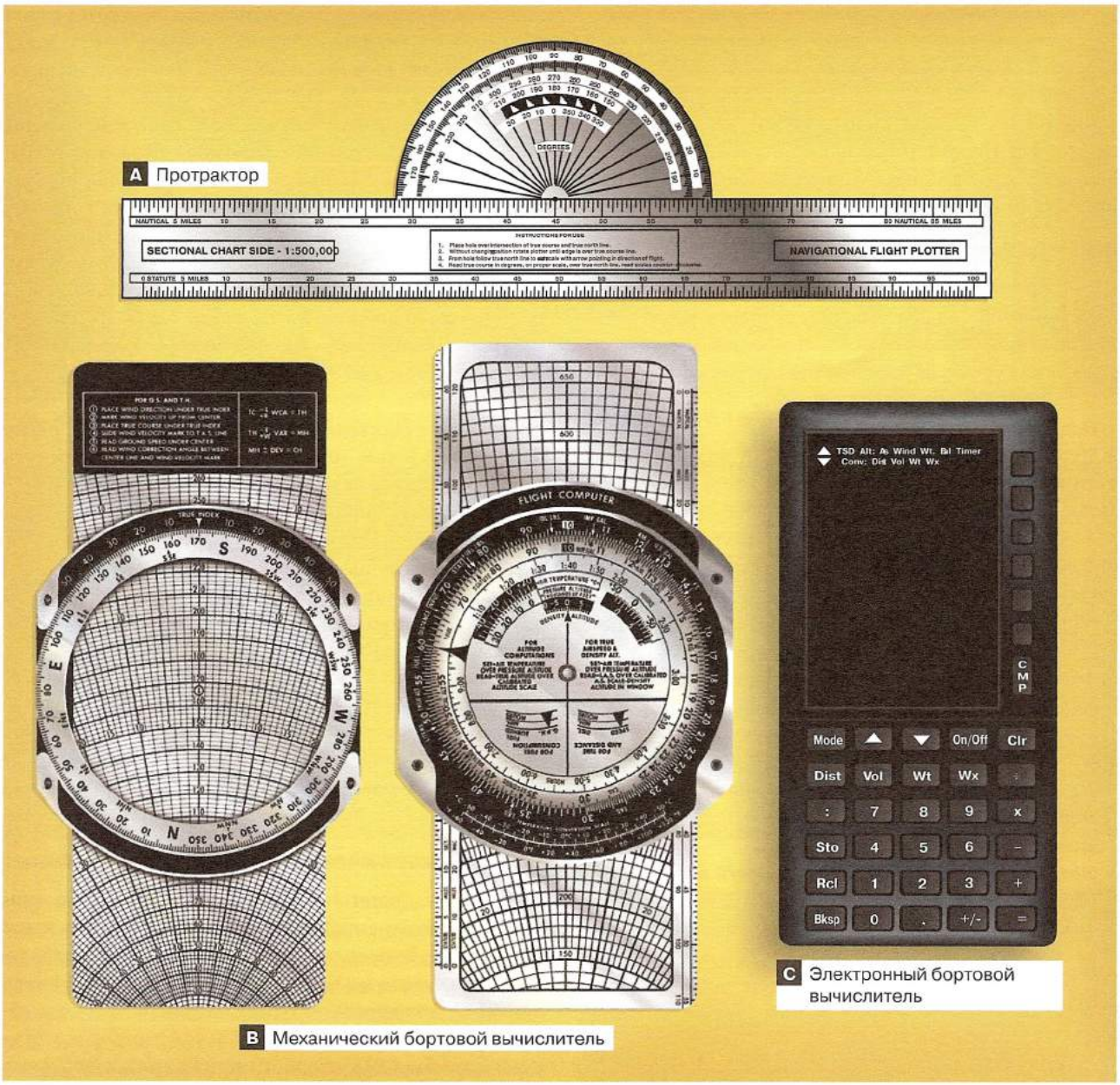


Рис. 15-18. Протрактор (A), расчётная и ветровая стороны механического навигационного вычислителя (B) и электронный бортовой вычислитель (C).

Поскольку в 1 морской миле (1 NM) 1852 метра, коэффициент пересчёта равен 1,85. Таким образом, скорость ветра 20 узлов эквивалентна 37 km/h, или чуть более 10 м/с.

Большинство бортовых ЭВМ или электронных калькуляторов способны производить операцию перевода из одних единиц измерения скорости в другие.

Расход топлива

В американской авиации расход топлива измеряется в галлонах в час. Один галлон равен 3,785 литра. Чтобы определить запас топлива, необходимый для выполнения полёта, нужно знать продолжительность этого полёта. Произведение времени полёта на скорость расходования топлива равно необходимому запасу топлива. Например, полёт на расстояние 400 морских миль с путевой скоростью 100 узлов занимает 4 часа. Если двигатель ЛА расходует 5 галлонов в час, суммарный расход топлива составит 4 × 5 = 20 галлонов.

Скорость расходования топлива зависит от множества факторов: состояния двигателя, шага воздушного/несущего винта, угловой скорости вращения

винта, обогащённости рабочей смеси и особенно — от полезной мощности двигателя в режиме крейсерского полёта. Примерная скорость расходования топлива указывается в таблицах крейсерских характеристик ЛА. Многие пилоты знают её из собственного опыта. Необходимый запас топлива всегда должен включать в себя определённый нормативными документами резерв (аэронавигационный запас).

Бортовые вычислители

В приведённых выше методиках для расчёта таких величин, как время, расстояние, скорость и потребление топлива, использовались только математические формулы. В реальных ситуациях, большинство пилотов используют механические или электронные бортовые (навигационные) вычислители. Эти устройства помогают в решении множества задач, возникающих в процессе полётного планирования и навигации. Механический или электронный вычислитель всегда снабжён руководством по использованию, в котором, как правило, приводятся примеры решаемых с его помощью задач *(рис. 15-18)*.

Протрактор

Протрактор — это навигационный инструмент, используемый при планировании полётов. Он представляет собой линейку с транспортиром. Протрактор используют при прокладке истинного курса и измерении расстояний на карте. Шкалы многих протракторов размечены в морских и сухопутных милях. Иногда на одной стороне инструмента нанесена шкала для работы с секционными картами, а на другой — для работы с международными аэронавигационными картами *(рис. 15-18)*.

Пилотаж

Пилотажем называют навигацию с использованием наземных ориентиров или контрольных точек. Этот метод аэронавигации может использоваться при следовании по любому курсу, содержащему достаточное количество контрольных точек, но чаще всего пилотаж применяется в сочетании со счислением пути и радионавигацией по ПВП.

В качестве контрольных точек должны выбираться приметные ориентиры, типичные для района следования. При выборе контрольных точек следует отдавать предпочтение тем, которые легко опознать благодаря наличию прилегающих ориентиров — например, дорог, рек, железнодорожных путей, озёр и линий электропередач. По возможности, необходимо выбирать ориентиры, которые будут выступать в качестве ограничителей по обеим сторонам проложенного курса, например, шоссе, реки, железнодорожные пути или горы. Такие ограничители позволяют пилоту избежать сильного отклонения от заданного курса.

Никогда не следует полагаться на единственную контрольную точку. Ориентиров должно быть как можно больше. В этом случае, если одна контрольная точка будет пропущена, следующая позволит сохранить правильное направление полёта. При определении положения по контрольным точкам, помните, что в масштабе секционной карты 1 дюйм соответствует 8 сухопутным милям или 6,86 морским милям. Например, если выбранная на карте контрольная точка отстоит от линии курса на 0,5 дюйма (1,27 см), на местности расстояние от этой точки до курса составит 4 сухопутные мили или 3,43 морские мили (6,35 км). В густонаселённых районах или сильно пересечённых местностях сравнительно небольшие подробности рельефа могут не отображаться на картах. При возникновении ощущения дезориентации продолжайте движение в заданном направлении. Отклонившись от направления, можно с лёгкостью заблудиться.

На карты обычно наносятся, главным образом, дороги с интенсивным движением или те, которые лучше всего видны с воздуха. Строительство дорог и других объектов ведётся постоянно, и новые постройки могут не быть нанесены на карту до её очередного обновления. Некоторые объекты, например, антенные устройства, не всегда заметны с воздуха. Иногда антенны телевизионных передатчиков устанавливаются группой неподалёку от населённого пункта. Такие антенны окружены почти невидимыми с воздуха проволочными оттяжками. Никогда не приближайтесь к комплексу антенн на высоте менее чем 500 футов (150 м) над самой высокой из них. Большинство высоких построек оснащаются сигнальными огнями, что делает их более заметными для пилотов. Однако, в некоторых погодных условиях (или при наличии огней на заднем плане) их видимость может существенно снизиться. Аэронавигационные карты отображают максимум топографической информации, имеющейся на момент их составления, но пилот должен быть готов к появлению новых или изменению существующих объектов, которые произошли после составления карты.

Счисление пути

Счисление пути — это метод навигации, основывающийся исключительно на расчётах времени, воздушной скорости, расстояния и ориентации ЛА. Эти величины, скорректированные с учётом скорости и направления ветра, позволяют вычислить направление и ПС. Расчётное направление позволит пилоту двигаться точно по заданному маршруту, а с помощью расчётной ПС можно определить время прибытия в каждую контрольную точку и в пункт назначения.

Рис. 15-19. Принцип построения ветрового треугольника.

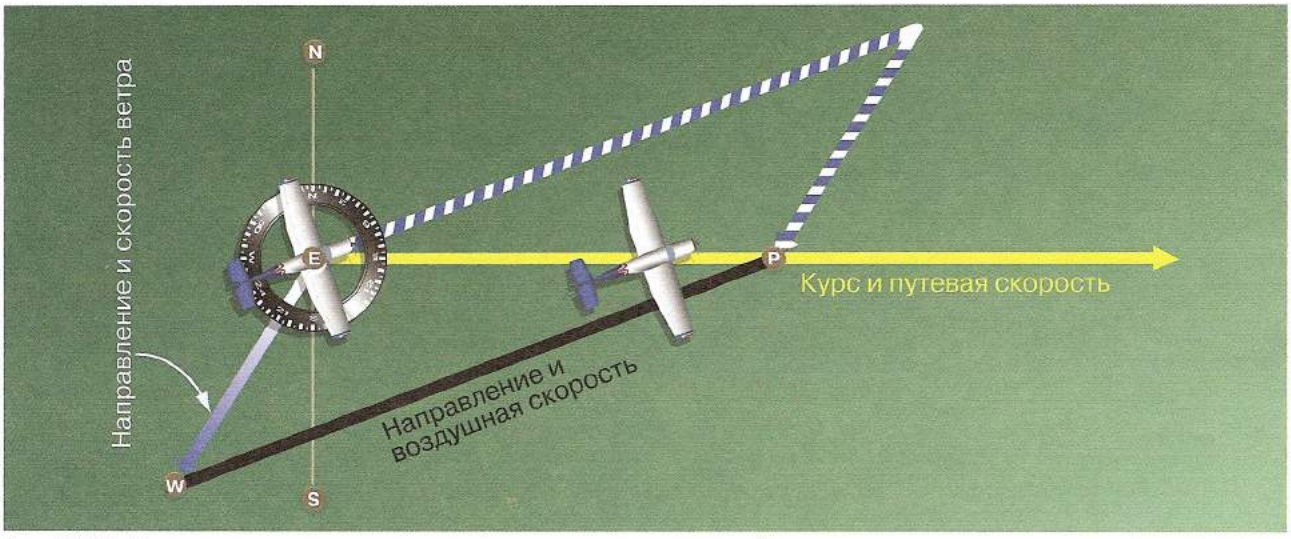


Рис. 15-20. Методика построения ветрового треугольника, принятая в авиационной практике.

Счисление пути является стандартной процедурой при любых маршрутных полётах, за исключением полётов над водной поверхностью. По мере прохождения контрольных точек расчётные величины направления и ПС постоянно обновляются и уточняются.

Ветровой треугольник или векторный анализ

В безветренную погоду наземный маршрут ЛА совпадает с направлением, а ПС равна истинной воздушной скорости. Однако такое случается крайне редко. Счисление пути в авиации основывается на векторном анализе, или, как его называют пилоты, ветровом треугольнике.

Ветровой треугольник — это графическое представление воздействия ветра на ЛА в полёте. Этот метод расчёта позволяет определить ПС, направление и время полёта. Его используют в самых различных ситуациях — как в простейших маршрутных полётах, так и в самых сложных и продолжительных полётах по ППП. Опытные пилоты применяют ветровой треугольник настолько часто, что способны провести оценку параметров полёта по ПВП в уме, даже не изображая векторы на бумаге. Пилотам-новичкам необходимо выработать навыки построения ветровых треугольников — это позволяет лучше понять, как ветер влияет на ЛА в процессе полёта. Сознательно или подсознательно, но любой пилот-профессионал думает о полёте в категориях ветрового треугольника.

Если задан курс на восток, а ветер дует с северо-востока, нос ЛА должен быть направлен севернее восточного направления, чтобы компенсировать снос. Это можно проиллюстрировать диаграммой, приведённой на *рис. 15-19*. Угол наклона каждой линий соответствует направлению движения, а её длина — скорости. Длинная бело-голубая пунктирная линия отображает направление движения ЛА, а её длина соответствует

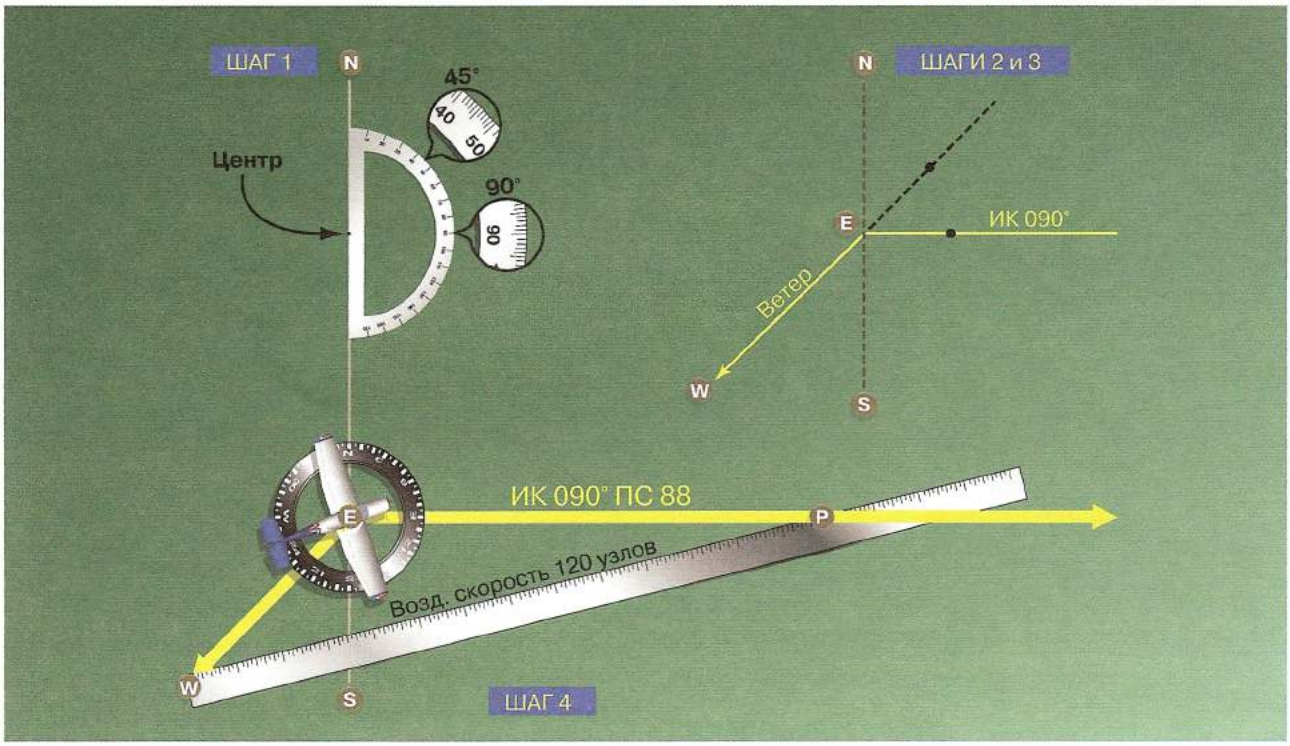


Рис. 15-21. Последовательность построения ветрового треугольника.

его воздушной скорости. Короткая синяя стрелка указывает на направление ветра, а её длина соответствует его скорости. Сплошная жёлтая линия отображает направление маршрута ЛА или его путь относительно земной поверхности, а её длина соответствует ПС.

На практике, приведённый на *рис. 15-19* треугольник, как правило, не рисуют; вместо этого изображают аналогичный треугольник, состоящий из голубой, жёлтой и чёрной линий, как показано на *рис. 15–20* (см. приведённый ниже пример).

Предположим, необходимо совершить полёт из точки Е в точку Р. Соедините две эти точки на аэронавигационной карте и измерьте протрактором или транспортиром угол между полученной линией и меридианом. Вы получите значение истинного курса, который в данном случае будет равен 090° (курс на восток). Согласно сведениям, содержащимся в бюллетене Национальной метеорологической службы, ветер на высоте предполагаемого полёта северо-восточный (045°) и имеет скорость 40 узлов. Предположим, что истинная воздушная скорость ЛА равна 120 узлам. В этом случае нет необходимости переводить значения скоростей из узлов в мили в час и наоборот.

Возьмите чистый лист бумаги и начертите на нём вертикальную линию. Она будет обозначать направление север-юг. (Последовательность действий приведена на *рис. 15-21*).

Шаг 1.

Поместите транспортир на лист таким образом, чтобы его основание располагалось на вертикальной линии, а полукруглый край указывал на восток. У центра основания транспортира поставьте точку и обозначьте её «Е» (это будет пункт вылета). Затем поставьте ещё две точки: одну возле метки «90°» на полукруглом крае транспортира (она соответствует истинному курсу ЛА), а другую — возле метки «45°» (она соответствует направлению ветра).

Шаг 2.

С помощью линейки начертите линию, соответствующую истинному курсу, из точки Е через точку 90° и несколько дальше этой точки. Обозначьте полученную линию «ИК 090°».

Шаг 3.

Поместите линейку на лист, выровняв её по точкам Е и 45°, и начертите стрелку, обозначающую направление и скорость ветра. Эта стрелка выходит из точки Е, но направлена она вниз и вправо, указывая направление, в котором дует ветер. Длина стрелки должны быть равна 40 условным единицам, что соответствует скорости ветра 40 узлов. Обозначьте конец стрелки буквой «В» («ветер»).

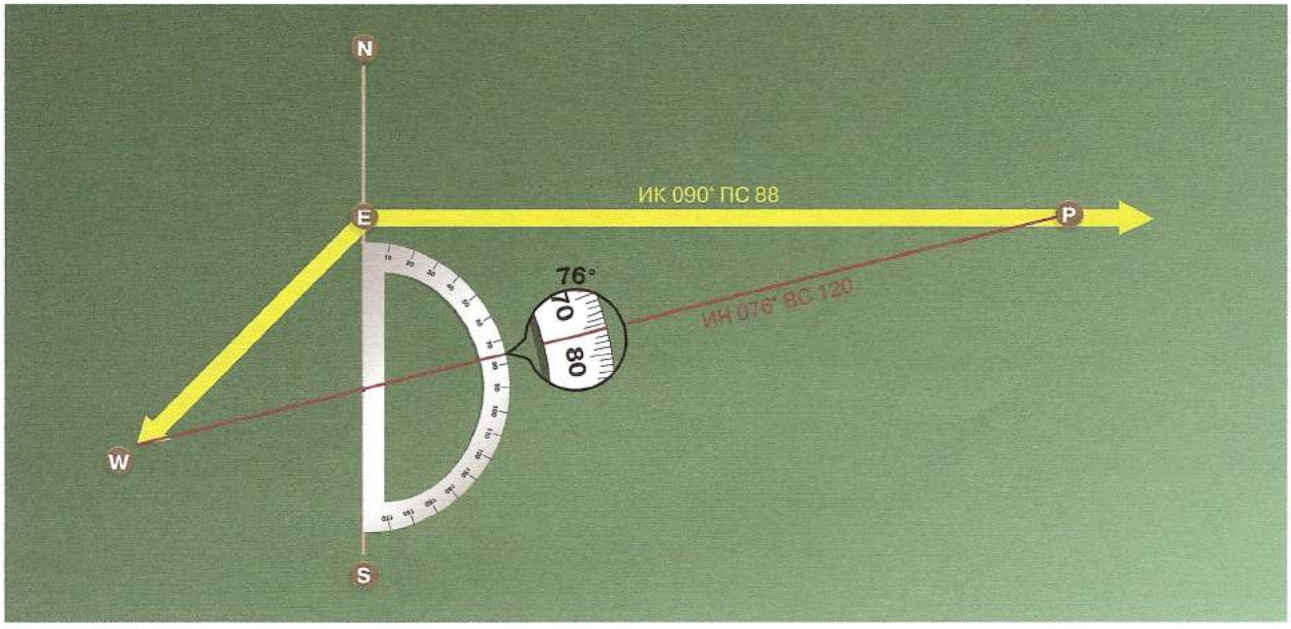


Рис. 15-22. Определение истинного направления прямым измерением.

Шаг 4.

Отмерьте на линейке 120 единиц (что соответствует воздушной скорости ЛА 120 узлов) и поставьте на линейке в этом месте точку. В качестве условной единицы можно выбрать любую величину (например, 1 мм = 1 узлу); главное, чтобы одна и та же единица использовалась при построении всех линий диаграммы. Затем поместите линейку на лист таким образом, чтобы её начало совпадало с остриём стрелки В, а точка «120 узлов» находилась на линии истинного курса. Начертите линию и обозначьте её «ВС 120» (воздушная скорость). Точка Р на пересечении линий «ИК 090°» и «ВС 120» соответствует положению ЛА в конце первого часа полёта. Построение диаграммы завершено.

Расстояние, которое будет пройдено за 1 час (путевая скорость), соответствует дистанции между точками Е и Р на линии истинного курса в условных единицах (88 миль в час или 88 узлов). Истинное направление с учётом компенсации сноса можно определить с помощью линии воздушной скорости одним из двух способов:

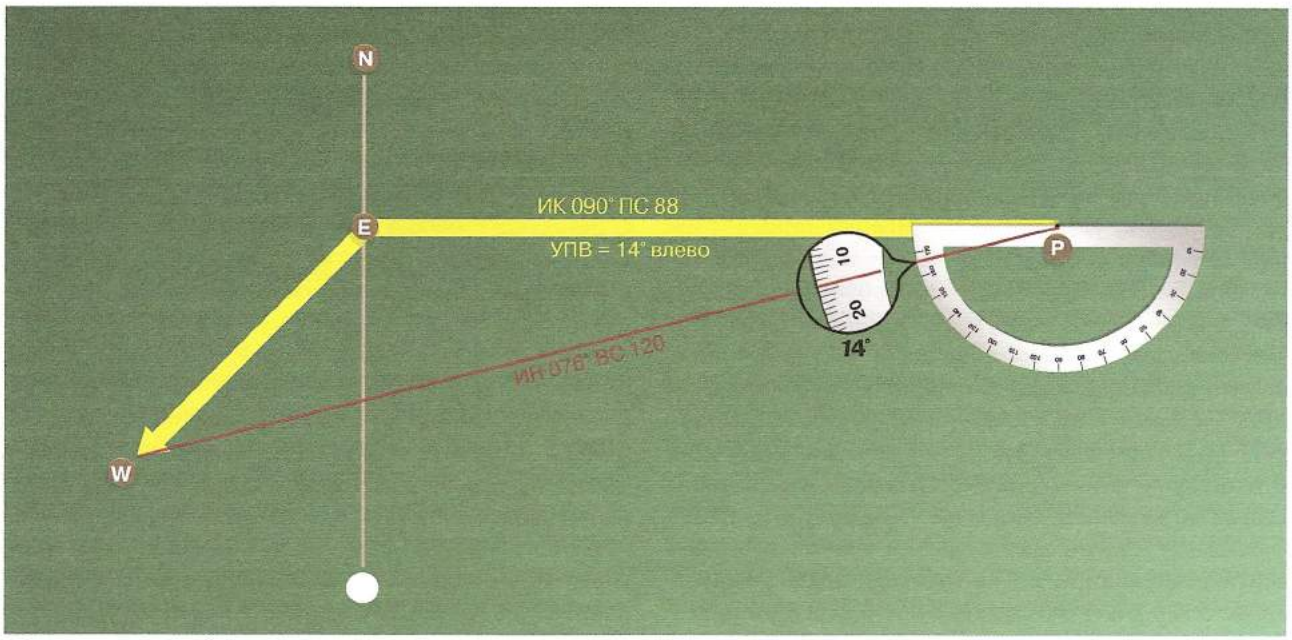


Рис. 15-23. Определение истинного направления с помощью угла поправки на ветер.

- поместите транспортир основанием на линию север-юг таким образом, чтобы центр основания располагался на точке пересечения этой линии и линии «ВС 120» и замерьте угол наклона линии воздушной скорости (076°) *(рис. 15-22)*.
- Поместите транспортир основанием на линию «ИК 090°» так, чтобы центр основания располагался на точке Р и замерьте угол между линиями истинного курса и воздушной скорости. Полученное значение соответствует углу поправки на ветер, которая должна быть применена к истинному курсу, чтобы получить истинное направление. Если ветер дует в правый борт ЛА, находящего на истинном курсе, поправка прибавляется; если в левый борт — вычитается. В нашем примере УПВ равен 14°, ветер дует в левый борт; следовательно, чтобы получить истинное направление, поправку необходимо вычесть из истинного курса: 090° – 14° = 076° *(рис. 15-23)*.

Определив истинное направление, вычислите вначале магнитное направление (внеся поправку на магнитное склонение), а затем компасное направление (внеся поправку на компасную девиацию). Компасное направление используется при счислении пути во время полёта по ПВП.

Для расчёта времени полёта и необходимого запаса топлива вначале определите расстояние до пункта назначения, измерив длину курсовой линии на аэронавигационной карте (используя масштаб, указанный внизу карты). Предположим, расстояние составило 220 морских миль. Разделив его на ПС 88 узлов, получаем, что время полёта составит 2,5 часа или 2 часа 30 минут. Если расход топлива 8 галлонов в час, то необходимый запас топлива будет равен 8 × 2,5, т. е. примерно 20 галлонам. Итак, параметры полёта определяются в такой последовательности:

- истинный курс (ИК) — угол между линией, соединяющей на карте пункты вылета и прибытия, и истинным направлением северного меридиана, отсчитывающийся по часовой стрелке;
- угол поправки на ветер (УПВ) — определяется с помощью ветрового треугольника (прибавляется к ИК, если ветер дует справа, и вычитается — если слева);
- истинное направление (ИН) — направление (отсчитываемое по часовой стрелке от северного меридиана), в котором будет направлен нос ЛА, движущегося по заданному курсу;
- магнитное склонение — определяется по изогоническим линиям на карте (прибавляется к ИН, если склонение к западу, вычитается — если к востоку);
- магнитное направление (МН) — промежуточный этап в расчётах (получается применением поправки на склонение к истинному направлению);
- компасная девиация (КД) — определяется с помощью девиационной таблицы ЛА (прибавляется или вычитается из МН);
- компасное направление — показания компаса (с учётом поправки на девиацию), которых следует придерживаться, чтобы двигаться согласно выбранному курсу;
- суммарное расстояние — получается измерением длины линии ИК на карте (с учётом масштаба, указанного внизу карты);
- путевая скорость (ПС) — получается измерением длины линии ИК в ветровом треугольнике (с учётом величины условной единицы, используемой при построении диаграммы);
- расчётное время в пути (РВП) — суммарное расстояние, делённое на ПС;
- расход топлива — заданная скорость подачи топлива в двигатель (в галлонах в час) в крейсерском режиме.

ПРИМЕЧАНИЕ: При определении необходимого запаса топлива следует учитывать надлежащий запас (на случай непредвиденных обстоятельств).

Планирование полёта

В разделе 14 Кодекса федеральных нормативных документов США (14 CFR), часть 91, указано, что перед началом полёта командир воздушного судна (КВС) обязан ознакомиться со всей доступной информацией, касающейся будущего полёта. В случае маршрутного полёта эта информация включает в себя сведения о текущих погодных условиях и метеорологические прогнозы, потребность в топливе, имеющиеся альтернативы (на случай, если планируемый полёт не удастся выполнить), а также любые задержки движения, о которых командиру воздушного судна может сообщить служба УВД.

Экипировка пилота

Перед началом полёта пилот должен тщательно продумать свою экипировку. Среди материалов, находящихся в кабине пилота, в обязательном порядке должна быть актуальная секционная карта, а также аэронавигационные карты прилегающих к маршруту полёта районов (если маршрут проходит вблизи от границ секционной карты).

Пилоту следует иметь при себе навигационный вычислитель или электронный калькулятор, линейку, транспортир или протрактор, а также другие инструменты и предметы, которые могут оказаться необходимыми во время конкретного полёта. Например, если планируемый полёт будет проходить в ночное время, захватите с собой фонарик; при полёте над пустынными областями — возьмите достаточный запас воды и т. д.

Ознакомление с погодными условиями

Ознакомиться с погодными условиями разумно перед началом планирования всех других аспектов полёта, поскольку метеорологические сведения позволяют определить, выполним ли полёт в принципе, и если да, какой маршрут следования будет наиболее благоприятным. Способы получения информации о погоде подробно рассматриваются в главе 12, «Авиационные метеорологические службы».

Использование справочника аэропортов и наземных служб (A/FD)

Необходимо ознакомиться со всей имеющейся информацией обо всех аэропортах, в которых планируется совершать посадки в ходе полёта. Эту информацию можно получить из извещений пилотам (НОТАМов) и справочника аэропортов и наземных служб (A/FD) *(рис. 15-24)*. Сюда входят географическое положение аэропорта, превышение, параметры ВПП и светосигнального оборудования, предоставляемое обслуживание, наличие рабочей частоты станции аэронавигационного обслуживания (UNICOM), имеющееся в наличии топливо (это важно при принятии решения о посадке с целью дозаправки), расположенные в аэропорту станции службы обеспечения полётов (в том числе автоматические), радиочастоты КДП и службы наземного контроля, схема движения и другие важные сведения. НОТАМы выпускаются каждые 28 дней и содержат дополнительную информацию об опасных условиях и изменениях, произошедших с момента выпуска справочника A/FD.

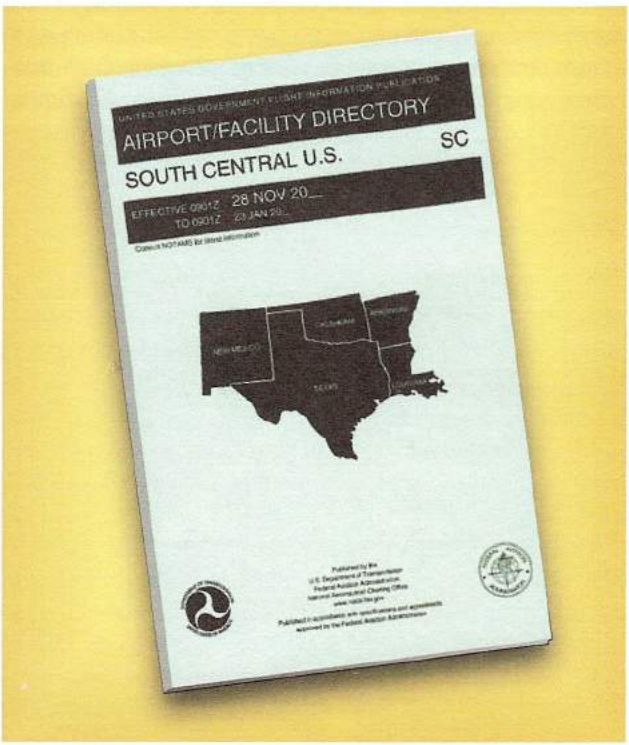


Рис. 15-24. Справочник аэропортов и наземных служб.

В разделе секционных карт бюллетеня описываются основные изменения, происшедшие с момента публикации используемых секционных карт. Не забывайте: секционные карты выпускаются с периодичностью всего два раза в год, так что иногда приходится пользоваться картой, опубликованной шесть месяцев назад. В верхней части каждой карты приводится дата её выпуска. Справочник A/FD обычно содержит более позднюю информацию, чем та, что находится на обороте секционной карты, и, если данные справочника и карты различаются, следует использовать данные справочника.

Руководство по лётной эксплуатации или эксплуатационный справочник пилота (AFM/POH)

Руководство по лётной эксплуатации или эксплуатационный справочник пилота (AFM/POH) используются при определении правильной загрузки ЛА (данные о весе и центровке). Необходимо рассчитать массу расходуемого топлива и достаточного количества масла, общую массу пассажиров, багажа, прибавить сюда сухую массу ЛА и убедиться, что суммарная масса не превышает максимального допустимого значения взлётной массы ЛА. Нужно также знать распределение нагрузки внутри корпуса ЛА, чтобы удостовериться, что центр тяжести (ЦТ) находится в допустимых пределах. Для получения информации о сухом весе и ЦТ пустого ЛА необходимо использовать последний выпуск утверждённого FAA руководства по лётной эксплуатации или другие аналогичные документы.

Определите с помощью таблиц взлётную и посадочную дистанции для полученных значений нагрузки, превышения аэродрома и температуры воздуха, а затем сравните эти величины с длиной ВПП в аэропорту вылета. Помните, чем больше нагрузка, превышение аэродрома, температура и влажность, тем длиннее разбег при взлёте и послепосадочный пробег и тем меньше скороподъёмность.

Определите (с помощью таблиц потребления топлива вашего ЛА) расход топлива на заданной высоте полёта с учётом предполагаемых режимов работы двигателя. Соотнесите полученный расход топлива с расчётным временем в пути, чтобы, при необходимости, в маршрут полёта были включены пункты дозаправки топливом.

Прокладка курса

Проверив погодные условия и проведя предварительное планирование, необходимо приступать к прокладке курса и определению параметров, необходимых

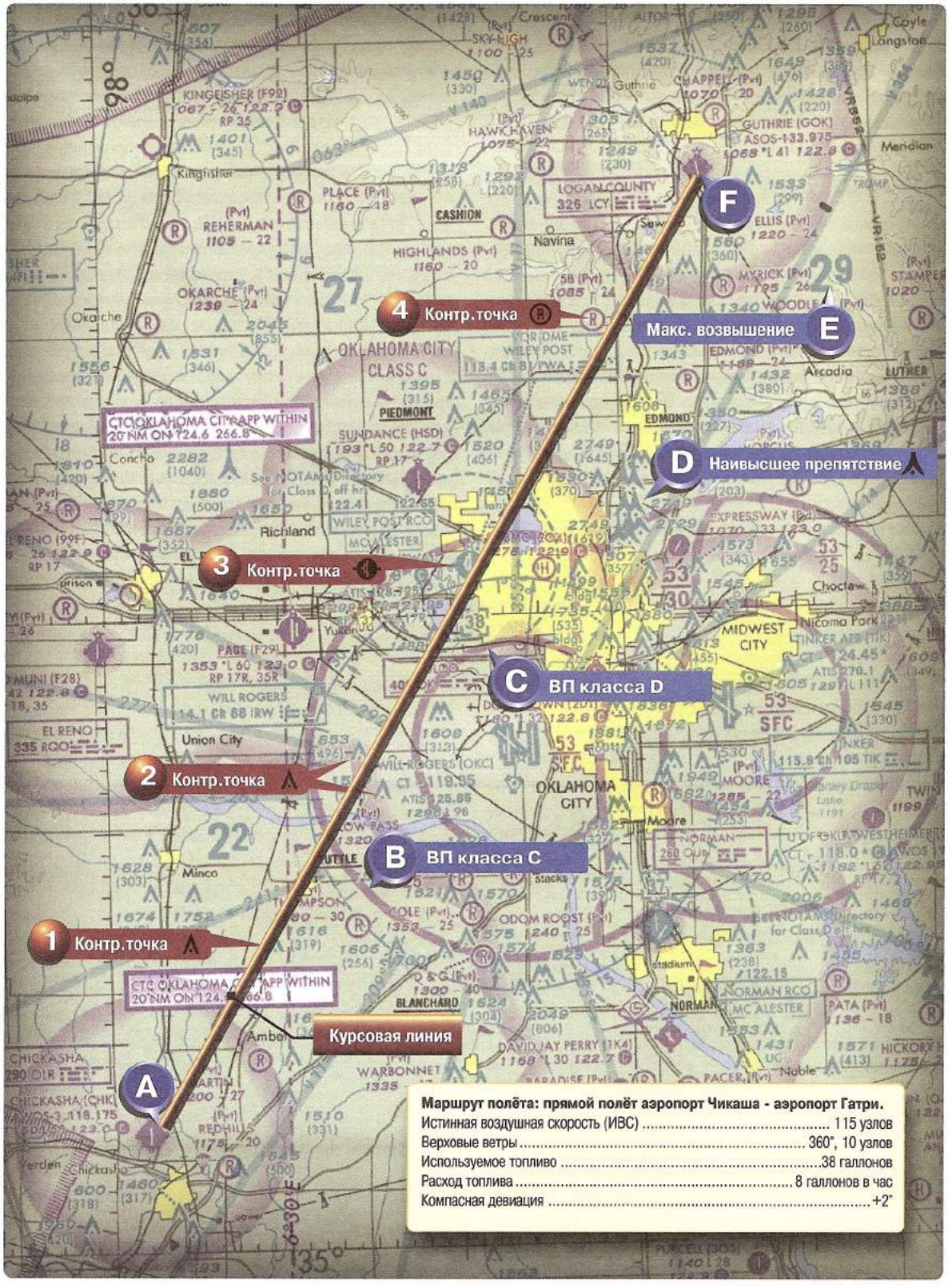


Рис. 15-25. Фрагмент секционной карты.

для выполнения полёта. Приведённый ниже пример иллюстрирует последовательность действий, выполняемых при прокладке курса, заполнении бортового журнала и регистрации плана полёта. Планирование полёта в нашем примере ведётся на основе фрагмента секционной карты, приведённого на *рис. 15-25*, и нижеследующих данных.

Этапы прокладки курса

Ниже приводится рекомендованная последовательность действий для определения основных параметров полёта. По мере получения данных их можно заносить в бортовой журнал, аналогично тому, как показано на *рис. 15-26*. При необходимости проведения математических расчётов, пилот может использовать формулы или ручной либо электронный аэронавигационный вычислитель. Если вы не имеете опыта использования ручного или электронного вычислителя, на этом этапе будет полезно прочесть руководство по его использованию и выполнить несколько практических упражнений.

Вначале проведите на карте прямую линию от аэропорта Чикаша (точка A) до аэропорта Гатри (точка F). Линия курса должна начинаться точно в центре аэропорта вылета и заканчиваться точно в центре аэропорта назначения. Если маршрут прямой, линия курса состоит из единственной прямой линии. В противном случае, она представляет собой ломаную, состоящую из двух или более прямых сегментов. Например, если всенаправленный курсовой радиомаяк (VOR) находится в стороне от прямого маршрута, но может существенно облегчить навигацию, то имеет смысл отклониться от прямого курса.

Необходимо выбрать достаточное количество контрольных точек (КТ), располагающихся вдоль маршрута, и тем или иным способом зафиксировать их список. В качестве КТ следует выбирать заметные ориентиры (например, большие города, крупные озёра и реки) либо сочетание заметных объектов (например, города с аэропортами, сетями автострад или железнодорожных путей). По возможности, выбирайте только города, помеченные на карте жёлтым цветом. Не следует выбирать в качестве КТ населённые пункты, обозначенные только маленьким кружком — они могут состоять всего из нескольких домов (хотя в пустынных районах даже такие населённые пункты могут

PILOT'S PLANNING SHEET

PLANE IDENTIFICATION N123DB **DATE**

COURSE	TC	Wind Knots	Wind From	WCA R+ L-	TH	WCA R+ L-	MH	DEV	CH	TOTAL MILES	GS	TOTAL TIME	FUEL RATE	TOTAL FUEL
From Chickasha **To** Guthrie	031°	10	360°	3° L	28	7° E	21°	+2°	23	53	106 kts	35 min	8 GPH	38 gal
From **To**														

VISUAL FLIGHT LOG

TIME OF DEPARTURE	NAVIGATION AIDS	COURSE	DISTANCE	ELAPSED TIME	GS	CH	REMARKS
POINT OF DEPARTURE Chickasha Airport	NAVAID IDENT. FREQ.	TO / FROM	POINT TO POINT / CUMULATIVE	ESTIMATED / ACTUAL	ESTIMATED / ACTUAL	ESTIMATED / ACTUAL	WEATHER AIRSPACE ETC.
CHECKPOINT #1			11 NM	6 min +5	106 kts	023°	
CHECKPOINT #2			10 NM / 21 NM	6 min	106 kts	023°	
CHECKPOINT #3			10.5 NM / 31.5 NM	6 min	106 kts	023°	
CHECKPOINT #4			13 NM / 44.5 NM	7 min	106 kts	023°	
DESTINATION Guthrie Airport			8.5 NM / 53 NM	5 min			

Рис. 15-26. Таблица плана полёта и бортовой журнал пилота.

служить хорошим ориентиром). Для данного маршрута было выбрано четыре КТ. КТ № 1 представляет собой расположенное к востоку от линии курса высотное здание, рядом с которым находятся шоссе и железнодорожные пути, почти параллельные линии курса в этой точке. КТ № 2 представляет собой препятствие к западу от курса, которое легко обнаружить по располагающемуся к востоку от него аэропорту имени Уилла Роджерса. КТ № 3 — это аэропорт имени Уайли Поста, прямо над которым будет пролетать ЛА. КТ № 4 — частный аэродром без твёрдого покрытия, который можно обнаружить по пролегающим к востоку от него железнодорожным путям и автостраде.

Следует проверить, не располагаются ли вдоль планируемого маршрута или в непосредственной близости от него воздушные пространства с особыми условиями или специальными требованиями. В нашем случае, следует заметить, что маршрут проходит через сегмент воздушного пространства класса С, окружающего аэропорт имени Уилла Роджерса и простирающегося от высоты 2500 футов до 5300 футов над СУМ (точка В). Помимо этого, имеется воздушное пространство класса D, простирающееся от земной поверхности до высоты 3800 футов над СУМ и окружающее аэропорт имени Уайли Поста (точка С) в период работы КДП этого аэропорта.

Изучите рельеф местности и препятствия, располагающиеся вдоль проложенного маршрута. Определите верхнюю и нижнюю высотные отметки маршрута, а также самое высокое препятствие — это необходимо для выбора надлежащей высоты полёта в соответствии с положениями 14 CFR, часть 91. Если полёт будет проходить на высоте более 3000 футов (915 м) над земной поверхностью, необходимо согласовать высоту полёта с крейсерской высотой, допустимой для данной территории. Составляйте маршрут таким образом, чтобы избежать полёта над особенно пересечённой местностью. Районы, где располагаются пункты взлёта и посадки, необходимо тщательно проверить на предмет отсутствия высоких препятствий. Так, например, телевизионные башни могут достигать высоты более 1500 футов (460 м) над окружающей местностью. Очень важно, чтобы пилоты были осведомлены об их наличии и расположении. В нашем примере, следует заметить, что наиболее высокое препятствие на маршруте — это группа антенн высотой 2749 футов (838 м) над СУМ (точка D). Верхняя высотная отметка располагается в северо-восточном квадранте и имеет высоту 2900 футов (884 м) над СУМ (точка Е).

Поскольку сильного ветра не ожидается, а эксплуатационные характеристики ЛА позволяют осуществлять полёт на высотах выше верхних границ воздушных пространств классов С и D, располагающихся вдоль планируемого маршрута, для данного полёта выбрана высота 5500 футов (1,7 км) над СУМ. Эта высота также создаёт достаточный запас для преодоления препятствий в соответствии с требованиями 14 CFR, часть 91, согласно которым при движении на магнитном курсе между 0 и 179° высота полёта должна быть равна нечётному количеству тысяч плюс 500 футов.

Затем пилот должен измерить общую длину маршрута, а также расстояние между контрольными точками. Длина маршрута равна 54 морских мили (98,2 км). Расстояние между контрольными точками указано в бортовом журнале на *рис. 15-26*.

После определения расстояний необходимо измерить курс полёта. Если вы используете протрактор, действуйте в соответствии с изложенными на нём инструкциями. Истинный курс равен 031°.

После установки истинного направления пилот может определить компасное направление. Это делается с помощью формулы, которая была приведена выше.

Формула такова:

ИК ± УПВ = ИН ± МВ = МН ± КД = КН

Для определения УПВ можно использовать ручной или электронный навигационный вычислитель. Поскольку направление ветра 360°, а его скорость 10 узлов, получаем, что УПВ равен 3° влево. Вычитая это значение из ИК, получаем ИН 28°. Далее, пилот должен найти на карте ближайшую к маршруту полёта изогоническую линию и определить магнитное склонение. На *рис. 15-25* показано, что склонение равно 6,30° В (округляем до 7° В); это означает, что его следует вычесть из ИН. Получаем МН 21°. Затем вносим поправку на компасную девиацию, прибавляя к МН 2°. Таким образом, компасное направление равно 23°.

Теперь можно определить ПС. Для этого используется ручной или электронный навигационный вычислитель. Полученное значение ПС равно 106 узлов (196 км/ч). На основе этой информации можно рассчитать суммарное время полёта на маршруте, время полёта между контрольными точками и расход топлива. Расчёты можно делать на основе формул либо с помощью ручного или электронного навигационного вычислителя.

Для данного полёта ПС равняется 106 узлам, суммарное время на маршруте — 35 минут (30 минут полёта плюс 5 минут на набор высоты), а расход топлива — 4,7 галлонов. Время полёта между контрольными точками указано в бортовом журнале на *рис. 15-26*.

По мере движения по маршруту, пилот может вносить изменения в значения направления, ПС и времени полёта.

Регистрация плана полёта по ПВП

Нормативные документы не требуют обязательной регистрации плана полёта; однако это является общепринятой практикой в авиации, поскольку в экстренных случаях содержащаяся в плане полёта информация может использоваться при поисково-спасательных работах.

План полёта можно зарегистрировать во время полёта по радио, однако лучше всего сделать это по телефону непосредственно перед взлётом. Для активации плана полёта необходимо, поднявшись в воздух, связаться по радио с автоматической станцией обеспечения полётов (AFSS) и сообщить время взлёта.

Если план полёта по ПВП зарегистрирован, он остаётся в AFSS в течение часа после указанного в нём времени вылета, а затем аннулируется. Исключение составляют следующие случаи: AFSS получил информацию о действительном времени вылета; AFSS получил уточнённую информацию о предполагаемом времени вылета; в момент регистрации AFSS получил информацию, что вылет произойдёт в соответствии с планом, а информация о действительном времени вылета не могла быть получена из-за проблем со связью.

Следует принять во внимание тот факт, что специалист станции службы обеспечения полётов, регистрирующий план полёта, не будет информировать пилота об этой процедуре.

На *рис. 15-27* приведена форма плана полёта для регистрации в AFSS. При регистрации плана полёта по телефону или радиосвязи необходимо сообщать данные последовательно, в соответствии с нумерацией пунктов формы. Это облегчит получение информации специалистом AFSS. Значение большинства полей формы очевидно, или они не используются при полёте по ПВП (например, пункт № 13.) Однако для некоторых полей необходимы пояснения.

- Пункт № 3 — тип ЛА и специальное оборудование. Пример заполнения этого поля: C-150/X, что означает «Цессна 150, без транспондера». Перечень кодов специального оборудования можно найти в Сборнике аэронавигационной информации (AIM).
- Пункт № 6 — предполагаемое время вылета по UTC (на что указывает буква «Z»).

Form Approved OMB No. 2120-0026

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

FLIGHT PLAN

(FAA USE ONLY) ☐ PILOT BRIEFING ☐ VNR ☐ STOPOVER

TIME STARTED | SPECIALIST INITIALS

1. TYPE	2. AIRCRAFT IDENTIFICATION	3. AIRCRAFT TYPE/ SPECIAL EQUIPMENT	4. TRUE AIRSPEED	5. DEPARTURE POINT	6. DEPARTURE TIME PROPOSED (Z)	6. DEPARTURE TIME ACTUAL (Z)	7. CRUISING ALTITUDE
X VFR / IFR / DVFR	N123DB	C150/X	115 KTS	CHK, CHICKASHA AIRPORT	1400		5500

8. ROUTE OF FLIGHT

Chickasha direct Guthrie

9. DESTINATION (Name of airport and city)	10. EST. TIME ENROUTE HOURS	10. EST. TIME ENROUTE MINUTES	11. REMARKS
GOK, Guthrie Airport Guthrie, OK		35	

12. FUEL ON BOARD HOURS	12. FUEL ON BOARD MINUTES	13. ALTERNATE AIRPORT(S)	14. PILOT'S NAME, ADDRESS & TELEPHONE NUMBER & AIRCRAFT HOME BASE	15. NUMBER ABOARD
4	45		Jane Smith Aero Air, Oklahoma City, OK (405) 555-4149 17. DESTINATION CONTACT/TELEPHONE (OPTIONAL)	1

16. COLOR OF AIRCRAFT: Red/White

CIVIL AIRCRAFT PILOTS. 14 CFR Part 91 requires you file an IFR flight plan to operate under instrument flight rules in controlled airspace. Failure to file could result in a civil penalty not to exceed $1,000 for each violation (Section 901 of the Federal Aviation Act of 1958, as amended). Filing of a VFR flight plan is recommended as a good operating practice. See also Part 99 for requirements concerning DVFR flight plans.

FAA Form 7233-1 (8-82)

CLOSE VFR FLIGHT PLAN WITH McAlester FSS ON ARRIVAL

Рис. 15-27. Регистрационная форма полётного плана.

- Пункт № 7 — крейсерская высота. Обычно после значения высоты указывается «VFR» (ПВП), поскольку пилот должен выбирать крейсерскую высоту в соответствии с положениями FAA.
- Пункт № 8 — маршрут полёта. Если предполагается прямой маршрут, указывается слово «direct» (прямой); в противном случае, указывается действительный маршрут полёта (например, проходящий через определённые населённые пункты или навигационные средства).
- Пункт № 10 — расчётное время в пути. В нашем примере к суммарному времени было добавлено 5 минут (на набор высоты).
- Пункт № 12 — бортовой запас топлива (в часах и минутах полёта). Для его определения необходимо разделить суммарный объём расходуемого топлива (в галлонах) на расчётный расход топлива (в галлонах в час).

Регистрация плана полёта — разумный и оправданный шаг, но не следует забывать о необходимости закрыть план полёта по прибытии в пункт назначения. Это лучше делать по телефону, чтобы избежать ненужного загрязнения эфира.

Радионавигация

Развитие бортовых радиоприёмных устройств, появление аэронавигационных карт с указанием точного расположения наземных передающих станций и их частот, наряду с совершенствованием бортовых навигационных приборов, позволили пилотам существенно увеличить точность прохождения маршрута и вывода ЛА в любую заданную точку. Хотя точность вождения может быть обеспечена и при использовании бортового навигационного оборудования, начинающим пилотам следует использовать это оборудование только в качестве вспомогательных средств, осуществляя навигацию, главным образом, по наземным ориентирам (пилотаж). Визуальный метод пилотирования позволяет пилоту избежать потери ориентации при отказе радиосвязи.

При полётах по ПВП используются четыре типа радионавигационных систем:

- всенаправленные азимутальные радиомаяки (VOR);
- ненаправленные радиомаяки (NDB);
- система дальней радионавигации «Лоран-С» (LORAN-C);
- глобальная система определения координат (GPS).

Всенаправленные азимутальные радиомаяки (VOR)

Система VOR представлена трёмя видами радионавигационных средств: всенаправленными азимутальными радиомаяками VOR, комплексной радионавигационной системой аэронавигационного оборудования VOR/DME и составной радионавигационной системой VORTAC. Общее название этих видов оборудования — VOR (VHF Omnidirectional Range), а их функцией является предоставление информации об азимуте ЛА. Когда в систему VOR интегрирован всенаправленный дальномерный радиомаяк (DME), такой комплекс носит название VOR/DME. Если VOR интегрирован с военной тактической аэронавигационной системой «Такан» (TACAN), такие совмещённые станции называются VORTAC. В станции VORTAC всегда входят маяки DME. Вне зависимости от типа используемого навигационного оборудования (VOR, VOR/DME или VORTAC), показания бортового индикатора VOR не меняются.

Далее в этом разделе все системы VOR, VOR/DME и VORTAC будут обозначаться аббревиатурой VOR.

Как следует из термина «всенаправленный», азимутальный маяк VOR излучает сигналы прямолинейного курса во всех направлениях. Если смотреть сверху, это напоминает спицы, выходящие из втулки колеса. Дальность действия маяка VOR зависит от мощности передатчика.

Курсовые сигналы, передаваемые станцией, привязываются к магнитному направлению северного меридиана. Другими словами, сигналы маяка представляет собой магнитные азимуты, направленные наружу от станции VOR. Азимуты имеют порядковые номера, начиная с 001 (1° к востоку от магнитного меридиана) и заканчивая 360 (360°). Ориентацию в пространстве

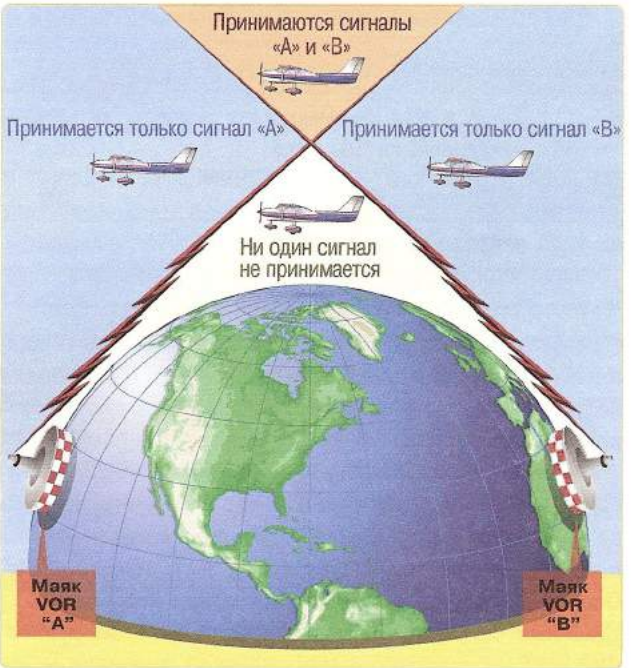


Рис. 15-28. Дальность передачи УКВ-сигнала ограничена пределами прямой видимости.

облегчает компасная роза с направлением на магнитный север, изображаемая на аэронавигационных картах в месте расположения станции.

Наземные станции VOR ведут вещание на УКВ-частотах 108.0–117.95 МГц. Как всегда в случае УКВ-волн, дальность вещания ограничивается прямой видимостью. Следовательно, дальность действия маяка прямо пропорциональна возвышению приёмного устройства. Обычно дальность приёма сигнала на высоте 1000 футов (305 м) над УЗП — примерно 40–45 миль (65–75 км). С увеличением высоты дальность приёма растёт *(рис. 15-28)*.

Системы VOR и VORTAC классифицируются в соответствии со способом использования. Существует три класса таких систем:

- T (терминальные);
- L (низковысотные);
- H (высотные).

Эффективная дальность действия оборудования перечисленных классов показана в следующей таблице:

Радионавигационные системы VOR/VORTAC
Нормальные используемые высоты и радиусы дальности

Класс	Высоты	Радиус действия (миль)
T	12 000 футов и менее	25
L	Менее 18 000 футов	40
H	Менее 14 500 футов	40
H	Только в 48-и континентальных штатах, между 14 500 и 17 999 футов	100
H	18 000 футов – FL 450	130
H	60 000 футов – FL 450	100

Эффективная дальность действия некоторых комплексов может быть менее 50 миль (80 км). За более подробной информацией обратитесь к справочнику аэропортов и наземных служб (A/FD).

Точность установки курса по азимутам VOR считается исключительно высокой: погрешность обычно не превышает ±1°. Однако, по мере износа приёмного оборудования, VOR точность постепенно падает. Особенно сильно это проявляется при значительном удалении от станции. Поэтому приёмное оборудование VOR нуждается в периодической проверке и калибровке. Проверка точности приёмника VOR не входит в перечень обязательных процедур для полётов по ПВП. Однако, для обеспечения правильной работы оборудования, такие проверки следует проводить как можно чаще, а полную калибровку проводить не реже одного раза в год.

Для проверки точности работы VOR у пилотов есть следующие средства:

- наземные тестовые радиопередатчики VOR (VOT);
- воздушные контрольные точки;
- сертифицированные наземные контрольные точки в зонах аэропортов.

Если на борту ЛА установлено два приёмника VOR, можно произвести парную проверку точности. Парная проверка приёмников VOR заключается в том, что пилот настраивает оба приёмника на сигнал одной и той же наземной станции. Разница между показаниями двух индикаторов не должна превышать 4°. Список воздушных и наземных контрольных точек содержится в справочнике A/FD.

Цель проверок точности работы VOR состоит в том, чтобы удостовериться, что получаемые бортовым оборудованием ЛА данные азимутов соответствуют сигналам, излучаемым наземной станцией. Нормативные документы не содержат конкретных указаний разрешённых допусков точности работы оборудования VOR при полётах по ПВП. Однако в этих целях можно использовать нормативные допуски для полётов по ППП: ±4° для наземных проверок и ±6° для воздушных. Проверки могут выполняться непосредственно самим пилотом.

Передающие станции VOR могут идентифицироваться по опознавательному сигналу в формате азбуки Морзе или по записанному голосовому сообщению, содержащему название станции и аббревиатуру «VOR». Многие станции службы обеспечения полётов (СОП) транслируют голосовые сообщения на той же частоте, что и маяки VOR. При идентификации станции не следует полагаться на голосовые сообщения станций СОП, поскольку многие из них вещают через несколько всенаправленных маяков, и названия этих маяков могут не соответствовать названию передающей станции СОП.

Если маяк VOR выключен для технического обслуживания, кодированное идентификационное сообщение в эфир не поступает. Это служит для пилота предупреждением, что данную станцию не следует использовать для навигации.

Приёмные устройства VOR оснащаются флажковым сигнализатором (бленкером), указывающим на то, что интенсивность сигнала маяка недостаточна для работы навигационного оборудования. Такое происходит, когда ЛА оказывается слишком далеко от станции VOR или на слишком малой высоте, чтобы находиться на линии прямой видимости радиомаяка.

Использование VOR

Навигация с использованием сигналов VOR предполагает наличие двух компонентов: наземного передатчика и бортового приёмного оборудования ЛА. Наземный передатчик располагается в определённом месте земной поверхности и ведёт вещание на предписанной ему радиочастоте. Бортовое оборудование включает в себя приёмное устройство (со средствами настройки) и индикатор VOR. В качестве индикатора может выступать указатель курсовой девиации (CDI), индикатор горизонтального положения (HSI) или радиомагнитный указатель (RMI). Каждый из этих индикаторов отображает курс на маяк VOR, на приём сигнала которого он настроен.

Указатель курсовой девиации (CDI)

Указатель курсовой девиации (CDI) устанавливается на большинство учебно-тренировочных ЛА. Он состоит из (1) селектора пеленга маяка (иногда называемого задатчиком курса) OBS, (2) стрелки указателя курса и (3) указателя направления относительно маяка («к/от»).

Задатчик курса — это круговая азимутальная шкала, которую вращают, чтобы выбрать желаемый азимут или определить азимут, по которому движется ЛА. Помимо этого, можно установить направление курса («к» станции или «от» неё).

При вращении задатчика курса (OBS) циферблат CDI или стрелка курса также поворачиваются, указывая на положение азимута относительно ЛА. Если повернуть задатчик курса таким образом, чтобы стрелка девиации оказалась в центре циферблата, можно определить азимутальный курс (магнитный курс «от» станции) или встречный курс (магнитный курс «к» станции). Если ЛА смещается относительно азимута, установленного с помощью задатчика курса, стрелка курсовой девиации поворачивается влево или вправо.

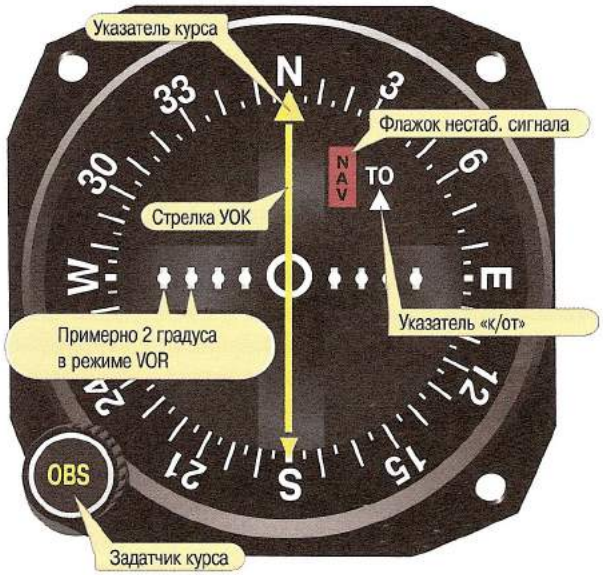


Рис. 15-29. Индикатор VOR.

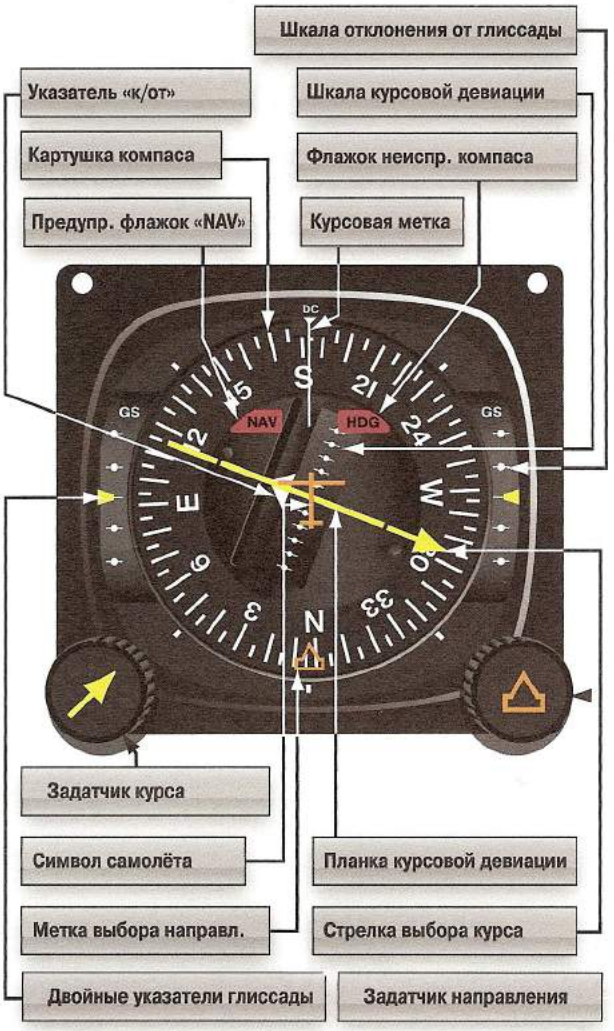


Рис. 15-30. Индикатор горизонтального положения (HSI).

Когда стрелка располагается точно в центре циферблата, задатчик курса отображает курс либо «от» станции, либо «к» ней. Если флажковый индикатор показывает «TO» («к»), задатчик курса отображает курс по направлению к станции *(рис. 15-29)*.

Если флажок показывает «FROM» («от») и ЛА следует указанным курсом, это означает, что он удаляется от станции.

Индикатор горизонтального положения (HSI)

Индикатор горизонтального положения (HSI) — это указатель направления, использующий данные магнитно-индукционного датчика для ориентации картушки компаса. HSI *(рис. 15-30)* состоит из магнитного

компаса с навигационной индикацией и указателя глиссады. С помощью HSI пилот получает информацию о расположении ЛА относительно выбранного курса или азимута.

На *рис. 15–30* магнитное направление ЛА, считываемое с картушки под курсовой чертой, равно 184°. Стрелка указателя выбора курса установлен на 295°; хвост стрелки указывает на встречный курс 115°. Планка курсовой девиации отображает данные приёмника VOR/LOC или GPS и указывает левое или правое отклонение от курса, установленного с помощью указателя выбора курса; аналогичным образом, вращательное движение стрелки индикатора VOR/LOC указывает на отклонение от курса.

Установка курса производится поворотом стрелки указателя выбора курса относительно картушки (с помощью кремальеры выбора курса). На циферблате HSI располагается изображение самолёта и планка курсовой девиации, указывающая на положение ЛА относительно выбранного курса. Указатель направления «к/от» представляет собой треугольный флажок. Когда указатель направлен к головке стрелки выбора курса, угол отклонения стрелки указывает на выбранный курс. При правильном следовании этим курсом ЛА будет приближаться к выбранной станции. Когда указатель направлен к хвосту стрелки, она отображает курс, который (если им правильно следовать) приведёт к удалению от выбранной станции.

Появление предупредительного флажка «NAV» означает, что прибор не получает сигнала достаточной интенсивности. Флажок «HDG» указывает на то, что компас неисправен.

Рис. 15-31. Радиомагнитный указатель.

Указатель глиссады отображает положение ЛА относительно траектории глиссады. Если указатель опускается ниже центрального положения, это означает, что ЛА находится выше глиссады, и вертикальную скорость снижения необходимо увеличить. Иногда индикатор азимута представляет собой дистанционный компас; однако в большинстве случаев его необходимо периодически сверять с магнитным компасом и настраивать.

Радиомагнитный указатель (RMI)

Радиомагнитный указатель (RMI) *(рис. 15-31)* — это бортовой навигационный инструмент, отображающий магнитное или гирокомпасное направление движения ЛА, данные пеленга станций VOR или GPS и информацию автоматического радиопеленгатора (ADF).

Для того, чтобы компенсировать ошибки указателей курса старого образца и расширить их возможности, был разработан дистанционный компас.

Передатчик дистанционного компаса — это отдельный модуль, устанавливаемый обычно в концевой части крыла (для исключения магнитных помех). RMI состоит из картушки компаса, указателя направления, двух стрелок пеленга и переключателей функций стрелок. Стрелки отображают информацию от любых двух из трёх источников: GPS, ADF или VOR. Пилот может выбрать источник, который будет отображаться на указателе. Стрелка указывает курс на выбранную навигационную станцию или промежуточный пункт маршрута. Зелёная стрелка на *рис. 15-31* отображает станцию, на которую настроен ADF. Жёлтая стрелка указывает курс на маяк VOR. Следует обратить внимание на то, что выбор источника, информацию которого отображает АРП, не регламентируется: достаточно того, что индикатор отображает ту или иную радионавигационную информацию.

Движение по маршруту с помощью VOR

Ниже приводится пошаговая процедура, выполняемая при движении по маршруту к станции VOR или от неё с использованием CDI. Последовательность действий проиллюстрирована на *рис. 15-32*.

Настройте приёмник VOR на частоту выбранной станции VOR. Например, для получения сигнала VOR-Bravo установите частоту 115.0. Далее, проверьте идентификаторы и убедитесь, что получаете сигнал именно от выбранной станции VOR. Как только настройка будет закончена, стрелка курсовой девиации отклонится влево или вправо. Поверните ручку азимута на задатчике курса так, чтобы стрелка девиации вернулась в центральное положение, а указатель «к/от» показывал «TO». Если при центрировании стрелки указатель показывает «FROM», ручку азимута нужно повернуть

гаться «к» станции, а не «от» неё. Теперь поверните ЛА в направлении, на которое указывает ручка азимута VOR или задатчик курса, — в нашем примере, это 350°.

Если придерживаться этого направления при ветре справа (как показано на *рис. 15-32*), ЛА будет сносить левее заданного маршрута. По мере увеличения сноса стрелка курсовой девиации VOR будет постепенно сдвигаться вправо или отображать первоначально выбранный азимут.

Чтобы вернуться на заданный азимут, необходимо несколько отвернуть ЛА вправо. Стрелка курсовой девиации начнёт медленно возвращаться в центральное положение, указывая на то, что ЛА возвращается на заданный маршрут. После возврата на заданный азимут нужно выполнить левый поворот, но не до первоначального направления 350°, поскольку требуется учесть поправку на снос под воздействием ветра. Величина поправки зависит от силы ветра. Если скорость ветра неизвестна, выбор правильного направления производится методом проб и ошибок. Предположим, для примера, что первоначальная поправка выбрана равной 10°.

Следуя в направлении 360° (350° + 10°), вы замечаете, что стрелка курсовой девиации начинает отклоняться влево. Это означает, что угол поправки на ветер 10° слишком велик и ЛА смещается вправо от курса. Для возврата на заданный азимут необходимо повернуть немного влево.

Стрелка девиации вернётся к центральному положению, когда угол поправки на ветер будет равен 5°, а направление — 355°. Если эта поправка верна, ЛА останется на заданном азимуте. В противном случае нужно продолжить маневрирование, стараясь удержать стрелку в центральном положении, а ЛА — на выбранном азимуте.

В момент прохождения ЛА над станцией VOR, стрелка курсовой девиации задрожит, затем остановится, и флажок «TO» поменяется на «FROM». Если ЛА пройдёт не прямо над станцией, а несколько в стороне от неё, стрелка отклонится в направлении станции одновременно со сменой флажка с «TO» на «FROM».

При удалении от станции обычно применяются те же процедуры, что и при приближении к ней. Если вы намереваетесь пролететь над станцией и далее двигаться в обратном направлении вдоль входящего курса (пеленга «на станцию»), задатчик курса переключать не нужно. В обоих случаях выполняются манёвры, необходимые для того, чтобы стрелка оставалась в центральном положении. Единственное различие — индикатор всенаправленного маяка находится в положении «FROM».

Если движение от станции должно осуществляться не встречным курсом вдоль пеленга «на станцию», а в другом направлении, необходимо установить

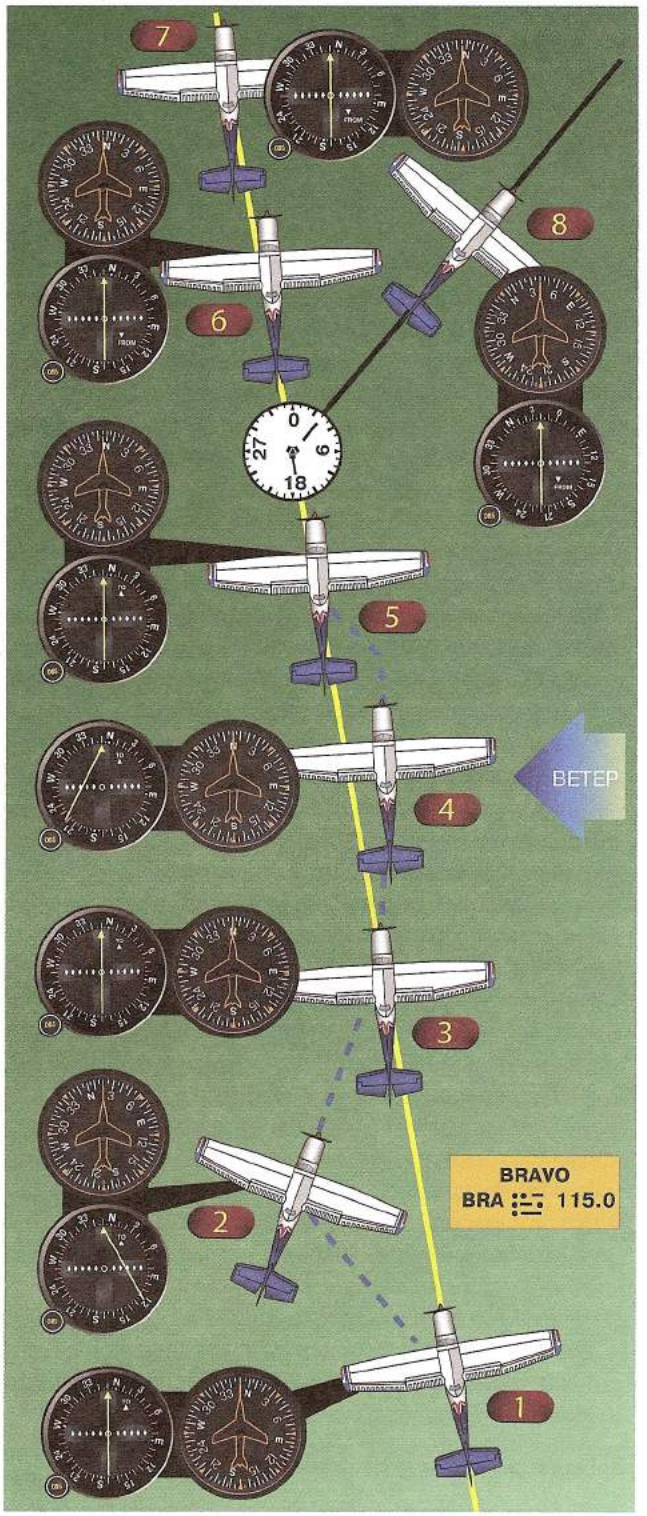


Рис. 15-32. Следование по маршруту при боковом ветре.

новый курс или пеленг посредством задатчика курса, а затем выполнить поворот на заданный курс. После того, как ЛА окажется на новом курсе, движение осуществляется с помощью тех же процедур, которые были приведены выше.

Рекомендации по использованию VOR

- Перед установкой азимута убедитесь в том, что станция VOR идентифицирована правильно.
- Помните, что сигнал VOR распространяется в пределах прямой видимости. Если ЛА находится на малой высоте или на большом удалении от станции, сигнал может ослабеть или вообще пропасть.
- При движении по направлению к маяку определите пеленг на станцию и используйте его. Выбирайте такое направление, чтобы сохранить выбранный курс. Если под воздействием ветра ЛА сместился с курса, вернитесь на первоначальный курс, а затем выберите направление с учётом поправки на ветер.
- Если стрелка начинает слабо дрожать, не меняйте направление сразу, а выждите некоторое время, и только если стрелка не вернётся в центральное положение, начинайте выполнять манёвры.
- При движении «к» станции обязательно убедитесь, что флажок индикатора находится в положении «TO». Соответственно, при движении «от» станции — в положении «FROM». В противном случае, стрелка курсовой девиации будет указывать курс, противоположный выбранному. Другими словами, если ЛА движется по направлению к станции при индикации «FROM» или от станции — при индикации «TO», стрелка курсовой девиации указывает направление, противоположное истинному. Например, если ЛА сносит вправо от выбранного курса, стрелка сместится вправо или будет указывать в сторону от истинного курса. Если ЛА сносит влево, стрелка сместится влево или будет указывать в направлении, противоположном истинному азимуту.
- При навигации с использованием VOR важно удерживать направление, которое позволяет оставаться на курсе или возвратиться на него в случае сноса. Простой поворот вслед за движением стрелки приведёт к тому, что вы промахнётесь мимо азимута и выполните S-образный поворот в сторону, противоположную первоначальному отклонению.

Время и расстояние до станции

Чтобы рассчитать время полёта и расстояние до станции, вначале поверните ЛА таким образом, чтобы указатель пеленга был направлен на ближайшую отметку 90°. Начните отсчёт времени, сохраняя выбранное направление. Когда указатель пеленга переместится на 10°, зафиксируйте прошедшее время в секундах и проведите вычисления по формулам из примера, приведённого ниже *(рис. 15-33)*.

Пример проверки времени и расстояния

$$\frac{\text{Время в секундах между изменениями пеленга}}{\text{Угол изменения пеленга}} = \text{Время полёта до станции}$$

Например, если на изменения пеленга 10° требуется 2 минуты (120 секунд), то время полёта до станции будет равно

$$\frac{120}{20} = 12 \text{ минут}$$

Рис. 15-33. Пример проверки времени и расстояния.

Если изменение пеленга равно 10°, время полёта до станции можно также рассчитать с помощью упрощённого метода. Возьмите время в секундах, необходимое для изменения пеленга на 10°, и передвиньте запятую на один знак влево. Вы получите время полёта до станции в минутах. Например, если для изменения пеленга на 10° необходимо 75 секунд, время подлёта к станции составит 7,5 минут. Момент прохождения над станцией можно определить по быстрому колебанию стрелки пеленга.

Расстояние до станции можно рассчитать, умножив ИВС или ПС (в милях в минуту) на определённое ранее время подлёта до станции в минутах. Например, если ЛА находится в 7,5 минутах полёта до станции и движется с ИВС 120 узлов или 2 морские мили в минуту, расстояние до станции равно 15 морских миль (7,5 × 2 = 15).

Приведённые выше методы расчёта времени и расстояния являются приблизительными. Точность полученных значений зависит от силы и направления ветра, величины изменения пеленга и погрешности измерений. Поскольку факторов, влияющих на точность, достаточно много, вычисленные значения можно использовать только в качестве справочных величин. Однако при точном следовании по курсу и аккуратном считывании показаний времени и пеленга эти методы позволяют сделать достаточно близкую к реальности оценку значений времени и расстояния до станции.

Определение расстояния до маяка.

Определение расстояния до станции VOR — операция, выполняемая в большинстве фаз полёта по ППП. Для этого может использоваться различное оборудование, но результат должен быть единым — достичь угла или длины отрезка траектории полёта, достаточных, чтобы получить требуемый результат.

Скорость пеленга

Скорость пеленга, видимая пилотом как движение стрелок прибора указывающих направление

на станцию, зависит от следующих факторов:

- угол между направлением движения ЛА и направлением на станцию;
- ИВС и скорость ветра (ПС);
- расстояние до станции.

Курсовой угол

Курсовой угол — это угол между направлением движения ЛА и направлением на станцию. Правильный выбор направления движения ЛА и сохранение этого направления в течение времени изменения пеленга является наиболее простым и эффективным способом определения расстояния до станции. Угол пеленга должен быть больше курсового угла на станцию, но не может превышать 90°.

При выборе курсового угла определяющим фактором является соотношение между расстоянием до станции и пеленгом. На расстоянии 60 морских миль (111 км) до станции каждый градус пеленга имеет ширину одной морской мили (1,9 км). Ширина градуса пеленга растёт или уменьшается в зависимости от увеличения или уменьшения расстояния до станции соответственно. Например, на расстоянии 120 морских миль один градус имеет ширину 2 морские мили, а на расстоянии 30 миль — 0,5 мили. При неизменных значениях ПС и направления движения ЛА, результирующая скорость изменения угла пеленга будет прямо пропорциональна расстоянию до станции. При выборе направления перехвата необходимо учитывать следующие параметры:

- курсовой угол;
- расстояние до станции;
- ИВС и скорость ветра (ПС).

Дальномерное оборудование (DME)

В качестве дальномерного оборудования (DME) используются УКВ-навигационные средства VOR/DME и VORTAC. Они измеряют (в морских милях) наклонную дальность ЛА от станции VOR/DME и VORTAC (далее, для простоты, обе системы будут обозначаться аббревиатурой VORTAC). Хотя DME является очень популярным навигационным средством, им оснащаются не все ЛА.

Перед тем, как использовать DME, пилот должен выбрать и идентифицировать станцию VORTAC и настроиться на её частоту (посредством процедур, описанных выше). Используя так называемую «парную частоту», приёмник DME автоматически настраивается на частоту УКВ-дальномерного оборудования, соответствующую выбранной пилотом частоте маяка VORTAC. Этот процесс является полностью прозрачным для пилота. После короткой паузы на индикаторе DME отображается наклонная дальность до или от маяка. Наклонная дальность — это расстояние по прямой между ЛА и маяком, зависящая, в том числе, от высоты полёта ЛА. Так, при прохождении над станцией VORTAC на высоте 6,076 футов над УЗП DME покажет наклонную дальность примерно 1 морская миля (6,076 футов = 1 морской миле).

DME является крайне полезным дополнением к навигационным средствам VOR. Сам по себе пеленг VOR позволяет определить исключительно направление движения ЛА. С помощью DME пилот может установить точное положение ЛА на азимутальной линии.

Большинство приёмников DME могут также отображать ПС и время подлёта к станции. ПС отображается в узлах (морских милях в час). В режиме отображения времени подлёта индикатор показывает время в минутах, оставшееся до момента прохождения над станцией VORTAC, рассчитанное на основе текущего значения ПС. Отображаемые значения ПС и времени подлёта верны только в случае следования прямо по курсу на станцию или от неё. Приёмникам DME обычно необходимы одна-две минуты установившегося полёта прямо по курсу на станцию VORTAC или от неё, прежде чем прибор начнёт отображать точную информацию о ПС и времени подлёта.

Некоторые средства дальномерного оборудования имеют режим удержания, при котором они сохраняют сигнал одной станции VORTAC, в то время как указатель курса отображает значение курсовой девиации, полученное от ILS или другой станции VORTAC.

Зональная навигация по радиомаякам VOR/DME (RNAV)

Зональная навигация (RNAV) обеспечивает курсовое наведение на любом прямолинейном маршруте между двумя точками, определёнными пилотом. Хотя RNAV — это собирательное понятие, применяемое к различным навигационным средствам («Лоран-С», GPS и другим), в этом разделе рассматривается зональная навигация на основе VOR/DME.

Зональная навигация VOR/DME — это не отдельное навигационное средство, а метод навигации, который использует сигналы систем VOR/DME или VORTAC, обработанные бортовым вычислителем RNAV *(рис. 15-34)*.

Примечание. В настоящем разделе аббревиатурой «VORTAC» обозначаются также навигационные средства VOR/DME.

Проще говоря, зональная навигация VOR/DME даёт пилоту возможность виртуального перемещения маяков VORTAC в более удобное местоположение. Перемещённые виртуальным образом маяки называют промежуточными точками. Для описания промежуточных точек используется комбинация азимута

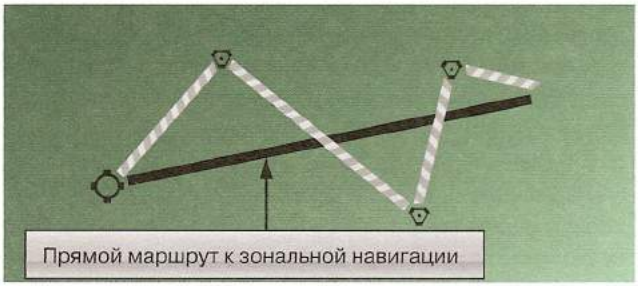


Рис. 15-34. Полёт по маршруту RNAV.

и дистанции до используемого маяка VORTAC. Эти точки позволяют задать прямой маршрут практически между любыми пунктами, вне зависимости от расположения маяков и существования воздушных трасс.

Хотя возможности и способы эксплуатации различных систем навигации VOR/DME варьируются, существуют общие принципы, применимые ко всем средствам вне зависимости от их типа. Перед использованием того или иного средства зональной навигации настоятельно рекомендуется изучить руководство по его эксплуатации и пройти инструктаж. Эксплуатационная информация и ограничения в использовании также содержатся на трафаретах в кабине пилотов и в приложениях к руководству по лётной эксплуатации.

Средства зональной навигации VOR/DME могут работать как минимум в трёх режимах: режим VOR, маршрутный и посадочный. В некоторых моделях присутствует четвёртый режим — параллельный. В каком бы режиме не работало устройство, ему необходимы одновременно сигналы VOR и DME.

Рис. 15-35. Индикатор RNAV.

Если выбранная станция вещает только в режиме VOR, бортовое оборудование зональной навигации будет работать, как обычный приёмник VOR с возможностью приёма сигнала DME *(рис. 15-35)*. В каком бы режиме он ни работал, индикатор VOR представляет собой чрезвычайно полезный бортовой навигационный инструмент. При обычной навигации VOR (например, при полёте по установленной воздушной трассе) применяется стандартный режим VOR. Для использования устройства в режиме RNAV пилот должен выбрать одну или несколько промежуточных точек и ввести их параметры.

Для эксплуатации в любом из режимов зональной навигации устройство должно получать сигналы как азимута, так и расстояния, поэтому в качестве навигационного средства должен быть выбран маяк VORTAC (или VOR/DME). Для установки промежуточной точки необходимо определить параметры (азимут и дистанцию) какой-либо точки в радиусе действия маяка. Как только параметры промежуточной точки введены в устройство и оно переведено в режим маршрутной навигации, CDI начинает отображать данные наведения на промежуточную точку, а не на выбранный маяк. Индикатор DME также отображает расстояние до промежуточной точки. Многие бортовые инструменты RNAV могут сохранять в памяти параметры нескольких промежуточных точек, что позволяет программировать их до начала полёта.

Единицы измерения вводимых параметров: азимут (пеленг) — в градусах, включая один знак после запятой (например, 275,5°), а расстояние — в морских милях, также включая один знак после запятой (например, 25,2 мили). При прокладывании курса по промежуточным точкам на аэронавигационной карте трудно соблюсти такой уровень точности. На практике это обычно бывает не нужно. Точные координаты аэропортов и промежуточных точек публикуются в различных аэронавигационных источниках, и эти данные можно использовать для программирования средств RNAV.

Между индикацией данных в режимах CDI и RNAV есть небольшое, но важное различие. В любом из режимов RNAV курсовое отклонение отображается в линейных единицах. В маршрутном режиме RNAV максимальное отклонение CDI обычно соответствует расстоянию в 5 морских миль с каждой стороны от выбранного курса, вне зависимости от дистанции до промежуточной точки. В посадочном режиме RNAV максимальное отклонение CDI обычно соответствует 114 морским милям в каждую сторону от выбранного курса. С приближением к промежуточной точке чувствительность УКД в режиме RNAV не меняется.

Посадочный режим RNAV используется при заходе на посадку по приборам. Его узкая шкала (25% от шкалы маршрутного режима) способствует очень точному наведению на выбранную промежуточную точку или от неё. При навигации по ПВП использование наведения в посадочном режиме нежелательно, поскольку требует значительного внимания и приводит к быстрому утомлению пилота.

Четвёртый, относительно редко используемый режим, присутствующий на некоторых типах

приборов,— это параллельный режим VOR. В этом режиме CDI отображает линейное (а не угловое отклонение) от пеленга на VORTAC или от него. Он получил такое название, поскольку позволяет пилоту установить смещённый (или параллельный) курс, проходящий на фиксированном расстоянии от заданного. Параллельный режим VOR даёт тот же результат, что и размещение промежуточной точки непосредственно в местоположении существующего маяка VORTAC. Некоторые пилоты применяют параллельный режим VOR одновременно с использованием навигационной (NAV) функции автопилота для обеспечения более плавного движения по выбранному курсу вблизи маяка VORTAC.

При навигации с использованием средств RNAV легко запутаться в их функциях и показаниях, поэтому очень важно, чтобы пилот был как можно лучше знаком с бортовым оборудованием своего ЛА. Нередки случаи, когда пилоты непреднамеренно и не отдавая себе отчёта, задействуют один из режимов RNAV, не обратив внимания на положение переключателей или сигналы светового табло. Случается и обратное, когда пилот забывает перевести устройство в режим RNAV, думая, что уже сделал это. Как и в других случаях, не следует полностью полагаться на единственный метод навигации, даже если вы хорошо знакомы с бортовым оборудованием ЛА.

Автоматический радиопеленгатор (ADF)

Многие ЛА авиации общего назначения оборудованы радиоприёмной аппаратурой для автоматического радиопеленгования. При использовании автоматического радиопеленгатора (ADF) пилот настраивает приёмное оборудование на наземную станцию, называемую ненаправленным радиомаяком (NDB). Станции NDB обычно ведут вещание в диапазоне низких или средних частот, от 200 до 415 кГц. Частоты станций можно найти на аэронавигационных картах или в справочнике A/FD.

Все радиомаяки, за исключением приводных радиостанций, передают в эфир кодированное трёхбуквенное идентификационное сообщение. Передача идёт постоянно, прерываясь только на время трансляции голосовых сообщений. Приводные станции, входящие в комплексы инструментальной системы посадки, передают двухбуквенный идентификационный код.

ADF могут также объединяться с радиостанциями обычного вещания. Как уже говорилось выше, точная идентификация радиостанции — чрезвычайно важный этап навигации.

В сравнении с VOR, маяк NDB обладает одним преимуществом. Оно заключается в том, что область распространения низких и средних частот не ограничивается прямой видимостью. Радиоволны способны распространяться, огибая сферическую поверхность Земли; поэтому, если ЛА находится в пределах радиуса действия станции, сигнал может быть получен независимо от высоты полёта.

В приведённой ниже таблице указаны классы станций NDB, их мощность и дальность действия.

Ненаправленный радиомаяк (NDB)
(радиус действия указан независимо от высоты полёта принимающего ЛА)

Класс	Мощность, Ватт	Расстояние (миль)
Приводная станция	Менее 25	15
МН	Менее 50	25
Н	50–1999	50*
НН	2000 или более	75

*Зона обслуживания некоторых станций может быть менее 50 миль.

Один из недостатков использования низкочастотных сигналов для аэронавигации заключается в том, что такие сигналы очень чувствительны к электрическим помехам (например, разрядам молний). Атмосферные помехи приводят к колебаниям стрелки, искажениям и затуханию сигнала. Искажения также могут быть связаны с наложением сигналов отдалённых станций. Пилоты должны знать, какие причины приводят к образованию помех, и внимательно следить за возможными искажениями сигнала.

Бортовое оборудование ADF представляет собой механизм настройки (тюнер), использующийся для

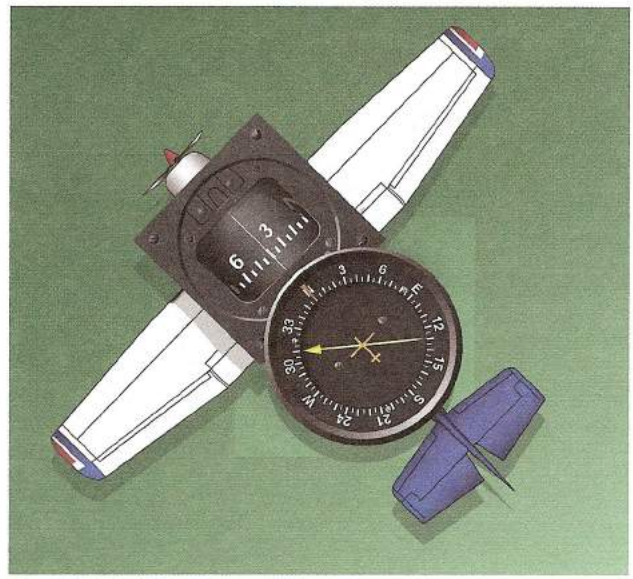


Рис. 15-36. АРП с неподвижной азимутальной шкалой и магнитным компасом.

установки необходимой частоты, и навигационный индикатор. Индикатор состоит из круговой шкалы азимута и стрелки, указывающей направление на станцию, на которую настроен тюнер.

Иногда шкала ADF может вращаться, позволяя совместить азимут с направлением полёта; если она неподвижна, то 0° указывает на нос ЛА, а 180° — на его хвостовое оперение. Далее будет рассматриваться ADF с неподвижной шкалой *(рис. 15-36)*.

На *рис. 15-37* проиллюстрированы термины, использующиеся при эксплуатации ADF, которые необходимо знать каждому пилоту.

Для определения магнитного пеленга «ОТ» станции, к значению магнитного пеленга на станцию нужно прибавить (или вычесть) 180°.

Следует помнить, что стрелка неподвижной азимутальной шкалы отображает направление на станцию относительно носа ЛА. Если стрелка отклонилась на 30° влево при относительном пеленге (курсовом угле) 330°, это означает, что станция располагается на 30° левее оси движения ЛА. Если ЛА повернёт влево на 30°, стрелка переместится на те же 30° вправо и отобразит относительный пеленг 0°, указывая на то, что нос ЛА направлен прямо на станцию. Если продолжить полёт к станции таким образом, чтобы стрелка оставалась в положении 0°, такая процедура носит название «наведение (или привод) на станцию». При боковом ветре стрелка ADF не останется в нулевом положении, а продолжит смещаться. Для сохранения стрелки в нулевом положении необходимо слегка повернуть ЛА, в результате чего траектория полёта до станции превратится в кривую. Наведение на станцию применяется достаточно часто, но приводит к сносу по ветру, что удлиняет путь до станции.

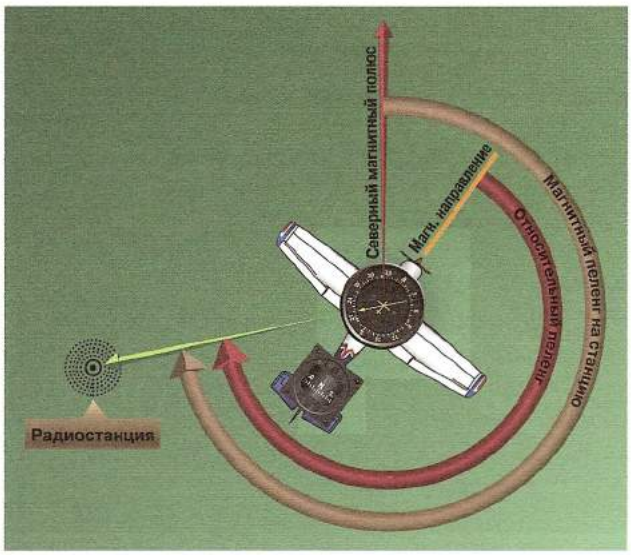


Рис. 15-37. Термины, относящиеся к АРП.

При прокладке курса до станции необходимо учесть поправку на снос под воздействием ветра. Тогда маршрут движения ЛА останется прямым и будет совпадать с пеленгом на станцию. После внесения поправки на снос показания стрелки ADF будут соответствовать величине этой поправки. Например, если магнитный пеленг на станцию 340°, 10-градусная поправка на левый боковой ветер приведёт к тому, что пеленг станет равен 330°, а стрелка ADF отклонится на 10° вправо, отобразив относительный пеленг 010° *(рис. 15-38)*.

При прокладке курса от станции поправка на ветер вносится аналогично, но стрелка ADF будет направлена в сторону хвостового оперения ЛА (к отметке 180° на азимутальной шкале). Попытка удержать стрелку ADF в положении 180° при боковом ветре приведёт к тому, что ЛА будет двигаться по искривлённой траектории, смещаясь всё дальше от выбранного маршрута.

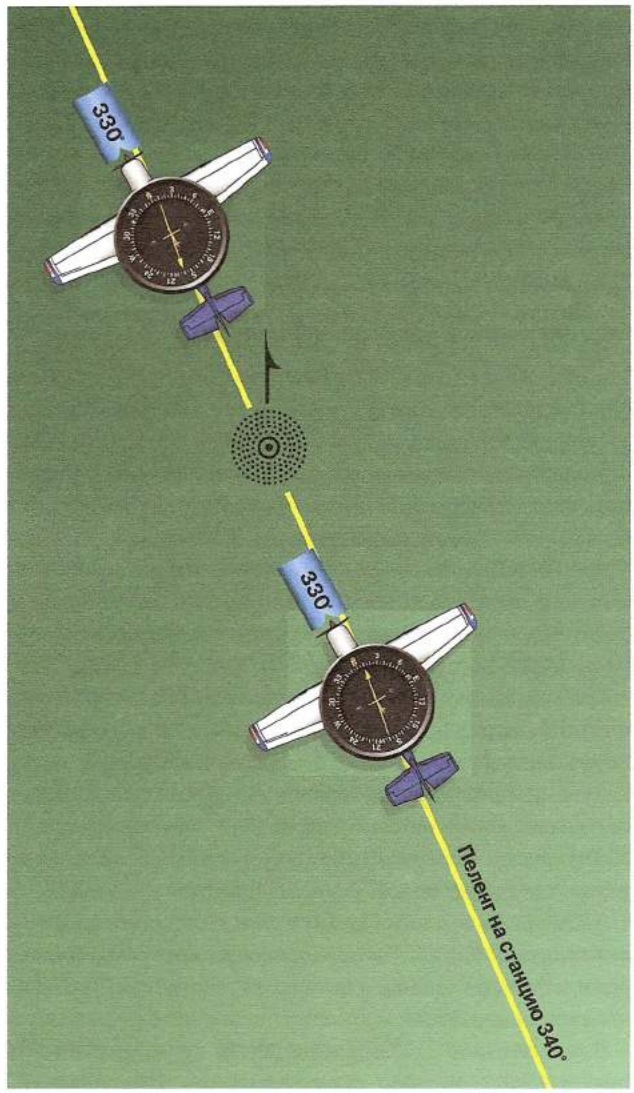


Рис. 15-38. Установка курса с помощью АРП.

При движении от станции поправку на ветер следует вносить в направлении, противоположном тому, в котором указывает стрелка.

Хотя ADF не так распространён, как VOR, при надлежащих мерах предосторожности и разумном использовании он может стать очень ценным средством аэронавигации.

Система «Лоран-С»

Система дальней радионавигации, версия С («Лоран-С») — ещё одна разновидность RNAV, основу которой составляли цепи передатчиков низкочастотного диапазона. В ноябре 2009 года береговая охрана США объявила, что система «Лоран-С» не является необходимой для морской навигации. Дальнейшее существование системы было оставлено на усмотрение Секретаря Министерства национальной безопасности США.

Согласно сообщению береговой охраны США, работа системы на территории США остановлена 8 февраля 2010 г. в связи с относительно малым числом активных пользователей. Пользователям системы «Лоран-С» рекомендовано для навигации использовать систему GPS. С 1 августа 2010 г. прекращена работа американских станций «Лоран-С» в составе российско-американской цепи, а с 3 августа 2010 г. — и в составе американо-канадской цепи. Таким образом, в настоящее время работа системы «Лоран-С» на территории США полностью прекращена.

Глобальная система определения координат (GPS)

GPS — это спутниковая система радионавигации, обеспечивающая возможность определения местоположения объектов в любой точке земного шара. В силу того, что GPS основана на космических спутниках и имеет глобальный масштаб, аэронавигационные карты не содержат упоминаний о ней. Помимо стационарного бортового оборудования GPS, большой популярностью пользуются портативные или крепящиеся на штурвале устройства. Авиационные приёмники GPS обычно содержат навигационные базы данных большого объёма.

GPS представляет собой систему навигационных спутников, обеспечивающих измерение расстояния и времени. Система GPS создана и эксплуатируется Министерством обороны США. Использование системы в гражданских целях обеспечивается Береговой охраной США.

Применение GPS при аэронавигации по ППП/ПВП не требует от пилота знания технических аспектов функционирования системы. Тем не менее, GPS существенным образом отличается от обычных наземных средств навигации, и важно понимать суть этих различий. Представление о возможностях, особенностях и ограничениях бортового оборудования является важнейшим фактором безопасности полёта.

Навигационная система GPS транслирует сигнал, благодаря которому приёмники могут определить точное местоположение в любой точке земного шара. Получив сигнал от нескольких спутников одновременно, приёмник выполняет измерение псевдодальности и вычисляет координаты пользователя. Для точного определения трёхмерных координат используются сигналы как минимум четырёх спутников. Структуры Министерства обороны США отвечают за эксплуатацию орбитальной группировки GPS и постоянно отслеживают состояние системы.

Каждый спутник системы в составе информационного сообщения постоянно транслирует сведения о своём статусе. Информацию о статусе спутников можно также получить в навигационной сервисной службе Береговой охраны США по телефону (703) 313–5907 или в Интернете по адресу http://www.navcen.uscg.gov. Помимо этого, такую информацию можно получить через систему извещений пилотов (НОТАМов).

Приёмник GPS проверяет целостность (пригодность) получаемых от спутниковой группировки сигналов посредством технологии автономного контроля целостности приёмника (АКЦП), что необходимо для обеспечения надлежащего уровня безопасности при навигации. Помимо необходимых для навигации спутников, функция АКЦП требует видимости ещё одного дополнительного спутника; таким образом, для выполнения АКЦП приёмнику нужна связь минимум с пятью спутниками, либо с четырьмя спутниками и барометрическим высотомером (бароконтроль). Некоторые приёмники способны изолировать ошибочный сигнал и исключить его использование. Для работы таких приёмников необходимо наличие связи с шестью спутниками (либо с пятью спутниками и высотомером). Технология бароконтроля позволяет проводить проверку целостности сигналов GPS, используя дополнительный источник информации. Не следует полагаться на данные высоты, полученные от приёмника GPS, поскольку вертикальная ошибка системы может быть весьма значительной. Для выполнения процедуры бароконтроля в приёмник вводятся текущие показания высотомера. Последовательность операций бароконтроля описывается в руководстве по эксплуатации устройства GPS.

Форма сообщений АКЦП у разных приёмников может быть различной. Однако можно выделить два основных типа этих сообщений: первый тип указывает на то, что приёмник не может установить связь с достаточным числом спутников и проверка целостности сигнала невозможна, второй — что проверка выявила потенциальную ошибку, размер которой превышает

допустимый предел для текущей фазы полёта. Если бортовой приёмник GPS не имеет функции АКЦП, пилот не может быть уверен в точности получаемых от системы данных.

Селективная доступность

Селективная доступность (СД) — это метод преднамеренного снижения точности показаний системы GPS с целью исключить применение данных системы во враждебных целях. Использование СД было прекращено указом президента США начиная с 1 мая 2000 года, однако многие приёмники GPS в своей работе исходят из того, что селективная доступность по-прежнему действует.

Спутниковая группировка GPS спроектирована таким образом, что пользователь в любой точке земного шара в любой момент имеет доступ к сигналам как минимум пяти спутников. Приёмник, находящийся выше минимального угла возвышения (наименьшего угла над горизонтом, при котором возможно использование системы GPS), в любой момент времени получает сигналы не менее чем четырёх спутников GPS.

Использование GPS во время полёта по ПВП

Сегодня GPS-навигация стала важным инструментальным средством для пилотов, выполняющих полёты по ПВП. Она повышает точность пилотирования и улучшает осведомлённость в обстановке, одновременно снижая эксплуатационные расходы за счёт более частого использования прямых маршрутов. Однако, использовать GPS следует с осторожностью, внимательно следя за тем, чтобы пределы возможностей системы не были превышены.

При полётах по ПВП используются самые разные типы приёмников: от полномасштабных комплексов инструментального пилотирования до навигационных систем визуального пилотирования (которые могут устанавливаться и в ЛА, пригодных для полётов по ППП) и даже портативных приёмных устройств. В каждом случае пилот должен хорошо представлять себе ограничения используемого устройства GPS и никогда не полагаться полностью на единственную навигационную систему, какой бы точностью и надёжностью она ни обладала.

Навигация по данным GPS должна сочетаться с другими видами радионавигации, а также с визуальным пилотажем и счислением пути — только в этом случае пилот может быть уверен в правильном следовании по заданному маршруту.

При использовании GPS в полёте по ПВП следует обратить внимание на такие факторы, как наличие у приёмника функции АКЦП, актуальность базы данных и расположение антенны.

Функция АКЦП

Многие стационарные GPS-системы визуального пилотирования и портативные приёмники не обладают функцией АКЦП. Пользователи таких приёмников не получают сообщений о количестве спутников, с которыми установлена связь, или об обнаружении ошибки позиционирования. Использование приёмника без функции АКЦП лишает пилота возможности удостовериться в точности данных, что может привести к навигационным ошибкам. В этом случае единственный способ избежать серьёзного отклонения от намеченного курса — это постоянная сверка показаний GPS с данными других навигационных средств или расчётных методов.

Многие приёмники допускают обновление внутренней базы данных, содержащей последние навигационные сведения, информацию об аэропортах и процедурах контроля пилотажных приборов. При использовании GPS-устройства для пилотирования по ППП нормативные документы предусматривают обязательное обновление базы до последней версии. При полётах по ПВП таких требований нет. Однако во многих случаях информация из базы данных используется при отображении на индикаторе движущейся карты с нанесёнными на неё особыми зонами воздушного пространства и другими сведениями оперативного характера. Если база данных приёмника устарела, предоставляемая им информация может оказаться неточной (например, относительно сегментов воздушного пространства классов B или ограниченного использования). Нередки случаи, когда пилоты, использующие устройства с устаревшими данными, непреднамеренно попадают в зоны, которых им следует избегать. Если ваш приёмник не располагает последней версией базы данных, не следует полагаться на сведения движущейся карты при принятии важных навигационных решений.

Постоянные изменения вносятся и в параметры промежуточных навигационных точек. Поэтому при использовании GPS при движении относительно заданного пункта также необходимо использовать последнюю версию базы данных. При невозможности такого обновления пилот обязан сверить расположение выбранной промежуточной точки с последними данными какого-либо официального источника, например, справочника A/FD, секционной или маршрутной карты.

Во многих случаях, при установке бортового оборудования GPS расположение антенны выбирают, исходя из удобства, а не эффективности. При планировании размещения бортовых комплексов GPS для пилотирования по ППП необходимо обеспечить для антенны достаточный угол обзора. Следует избегать такого размещения антенны, при котором корпус ЛА может

блокировать угол обзора, что часто приводит к потере навигационного сигнала. В особенности это характерно для портативных приёмников.

В последнее время популярность переносных приёмников в авиации существенно возросла, особенно среди пилотов-любителей. Обычно, при использовании портативного устройства его антенна закрепляется на внешней стороне окна кабины с помощью присосок. Этот способ очень прост и удобен, но при таком расположении антенны конструкция ЛА часто не позволяет достичь оптимального приёма сигналов от спутников. В некоторых случаях ориентация ЛА относительно спутника может привести к потере навигационного сигнала. Если, к тому же, устройство не снабжено функцией АКЦП, такие ситуации способны повлечь ошибки в позиционировании и движении ЛА без ведома пилота.

Хотя использование портативных GPS-приёмников при полётах по ПВП не запрещается правилами, внесение любых изменений в конструкцию ЛА, в том числе установка стационарных или наштурвальных систем GPS, регулируется 14 CFR, часть 43. Перед проведением подобных работ следует проконсультироваться с техническим специалистом на предмет соответствия указанным нормативным документам.

Рекомендации по использованию GPS при полётах по ПВП

Перед использованием устройства GPS проверьте, имеет ли оно функцию АКЦП. Если возможности контроля АКЦП отсутствуют, не следует доверять данным GPS, если они не соответствуют визуальной информации или координатам, полученным от других радионавигационных средств либо через счисление пути.

Если ваш приёмник содержит базу данных, проверьте, не устарела ли она. При необходимости обновите базу до последней версии. Если обновление базы данных невозможно, игнорируйте данные движущейся карты при принятии критических навигационных решений. Не забывайте о том, что выбранные на основании устаревшей базы промежуточные точки могут поменять расположение или вообще исчезнуть. В любом случае, сверьте данные выбранных промежуточных точек с последней информацией, содержащейся в таких официальных источниках, как справочник A/FD или секционные аэронавигационные карты.

Хотя портативный приёмник GPS может быть неоценимым источником полезной информации при полёте по ПВП, сохраняйте постоянную готовность к возможной потере сигнала (в том числе, без получения предупредительного сообщения АКЦП). При установке стационарного бортового оборудования GPS производите работы в соответствии с положениями 14 CFR, часть 43.

Тщательно планируйте любой полёт. Если навигация будет проводиться по промежуточным точкам, вводите их параметры в устройство перед полётом, а не во время него. Сверьте параметры полёта с последней информацией из официального источника (например, с секционной картой). Известны случаи, когда пилоты использовали данные промежуточных точек, введённые в память устройства другими пилотами на основании устаревшей информации. Такие случаи обычно приводят к навигационным ошибкам. Во время полёта как можно меньше находитесь в положении с опущенной головой; постоянно следите за воздушным движением, рельефом местности и наземными препятствиями. Всего несколько минут, потраченные на земле на подготовку и планирование полёта, в воздухе могут иметь решающее значение.

Один из способов сократить время нахождения в положении с опущенной головой — хорошо знать способы и средства управления приёмником GPS. Управление большинством приёмников далеко не интуитивно. Необходимо закрепить в памяти назначение кнопок, рукояток и индикаторов, используемых при эксплуатации приёмника. Некоторые производители предоставляют пользователям компьютерные обучающие программы и симуляторы для выпускаемых ими приёмников GPS. Перед использованием устройства в полёте ознакомьтесь с ним как можно подробнее.

Подводя итоги, можно сказать, что не следует полагаться на GPS в решении всех навигационных задач в полёте по ПВП. Только стационарный GPS-комплекс, установленный в соответствии с требованиями для полётов по ППП, может гарантировать абсолютную точность и целостность получаемых данных. Удобство и эффективность GPS-устройств несомненны; тем не менее, нельзя забывать, что управлять ЛА в полёте может только пилот, а GPS — не более чем один из инструментов, помогающих ему в этом.

Промежуточные точки при навигации по ПВП

Промежуточные точки при навигации по ПВП являются вспомогательным инструментом, позволяющим пилоту сохранять осведомлённость в обстановке в процессе визуального пилотирования. Их следует использовать в дополнение к основным навигационным процедурам. Промежуточные точки для ПВП применяются: для обеспечения пилота информацией о незнакомом районе полёта; уточнения параметров контрольных пунктов маршрута; облегчения навигации в зонах воздушного пространства классов B и C, а также в особых зонах воздушного пространства. Пилоты, выполняющие полёт по ПВП, должны руководствоваться актуальными аэронавигационными картами, выпускаемыми специально для полётов

по ПВП. При нахождении в зоне аэропорта следует использовать соответствующую схему зоны аэропорта (если таковая имеется в наличии). Использование промежуточных точек не освобождает пилота от обязанности соблюдать эксплуатационные требования, изложенные в 14 CFR, часть 91.

Названия промежуточных точек для ПВП (для ввода в память вычислителя и планов полёта) состоят из пяти букв и начинаются с букв «VP». Эти названия не предназначаются для голосовых коммуникаций и не используются во время сеансов связи со службой УВД. Для обозначения изолированных промежуточных точек на навигационных картах для полётов по ПВП применяется то же обозначение (звезда с четырьмя лучами), что и на картах для ППП. Промежуточная точка, снабжённая визуальным ориентиром, обозначается на карте пурпурным флажком. Названия таких промежуточных точек пригодно для голосовых коммуникаций и может использоваться в сеансах связи со службой УВД. Название промежуточной точки для ПВП указывается на картах в скобках рядом с её географическим местоположением. Координаты всех промежуточных точек для ПВП содержатся в региональных справочниках A/FD.

При подготовке плана полёта по ПВП для регистрации включите в него пятибуквенные наименования всех промежуточных точек, в которых предполагается изменение курса или которые используются в качестве контрольных (для определения выбранного маршрута полёта). Использовать промежуточные точки для ПВП следует только и исключительно при полётах по ПВП.

Координаты всех выбранных промежуточных точек должны быть введены в память приёмника до начала полёта. Находясь в воздухе, следует избегать выполнения процедур программирования маршрута или введения координат промежуточных точек в память приёмника.

При приближении к промежуточной точке для ПВП следует особенно внимательно следить за воздушным движением. Районы вблизи промежуточных точек для ПВП представляют такую же опасность в связи с интенсивным воздушным движением, как и зоны станций VOR и NDB. Фактически, повышение точности навигации, связанное с распространением GPS-средств, требует от пилотов ещё большей бдительности, поскольку случаи отклонения от курса становятся более редкими. Находясь вблизи контрольной точки для ПВП, обратитесь за информацией к службе УВД района, даже если требования к классу воздушного пространства не требуют этого в обязательном порядке. Вне зависимости от класса воздушного пространства, непрерывно отслеживайте радиочастоту службы УВД на предмет получения сведений о других воздушных судах в этом районе. Рекомендуется также при приближении к контрольной точке включить посадочные огни, делая ЛА более заметным для других пилотов, особенно при сниженной видимости.

Порядок действий при потере ориентации

Потеря ориентации во время полёта несёт серьёзную потенциальную опасность — особенно при малом запасе топлива. Пилот, потерявший ориентацию, должен выполнить несколько простых процедур. Если в пределах видимости нет городов или других населённых пунктов, необходимо немедленно набрать высоту, внимательно следя за воздушным движением и погодными условиями. С увеличением высоты дальность действия радиосвязи и навигационных средств растёт, а также расширяется зона охвата РЛС. При полёте вблизи города или иного населённого пункта, иногда возможно прочесть его название на водонапорной башне.

Если ЛА оснащён радионавигационными средствами, например, приёмником VOR или ADF, можно определить местоположение ЛА по пеленгу на две или более навигационные станции. При наличии бортового оборудования GPS или портативного приёмника, можно использовать их для определения координат ЛА и местоположения ближайшего аэропорта.

Следует попробовать связаться с любой доступной станцией службы УВД, используя частоты, указанные на секционной карте. Если удастся установить связь с диспетчером, он может сообщить параметры радиолокационного пеленга. Помощь в ориентировании могут предоставить и другие авиационные службы. В этом случае диспетчер даст пилоту указание нажать кнопку передатчика и удерживать её в таком состоянии несколько секунд. Диспетчер может также дать пилоту распоряжение совершить несколько манёвров, а затем повторить операцию. Это даст диспетчеру информацию, необходимую для определения положения ЛА, и позволит сообщить пилоту пеленг на ближайшую наземную станцию. Если ситуация станет угрожающей, передайте сообщение на аварийной частоте 121.5 МГц, а затем установите транспондер на 7700. Многие наземные станции и даже экипажи авиалайнеров отслеживают сообщения на аварийной частоте.

Отклонение от маршрута полёта

Необходимо быть готовым к ситуации, когда следование в запланированный пункт назначения станет невозможным. Это может произойти из-за непредсказуемых изменений в погодных условиях, отказа бортовых систем или неправильного планирования полёта. Так или иначе, пилоту необходимо выбрать альтернативный

маршрут и обеспечить безопасное и эффективное следование по нему. Перед выполнением любого маршрутного полёта сверьтесь с аэронавигационными картами и уточните расположение аэропортов или подходящих посадочных площадок по пути следования или вблизи него. Определите навигационные средства, которые можно будет использовать при необходимости отклониться от намеченного маршрута.

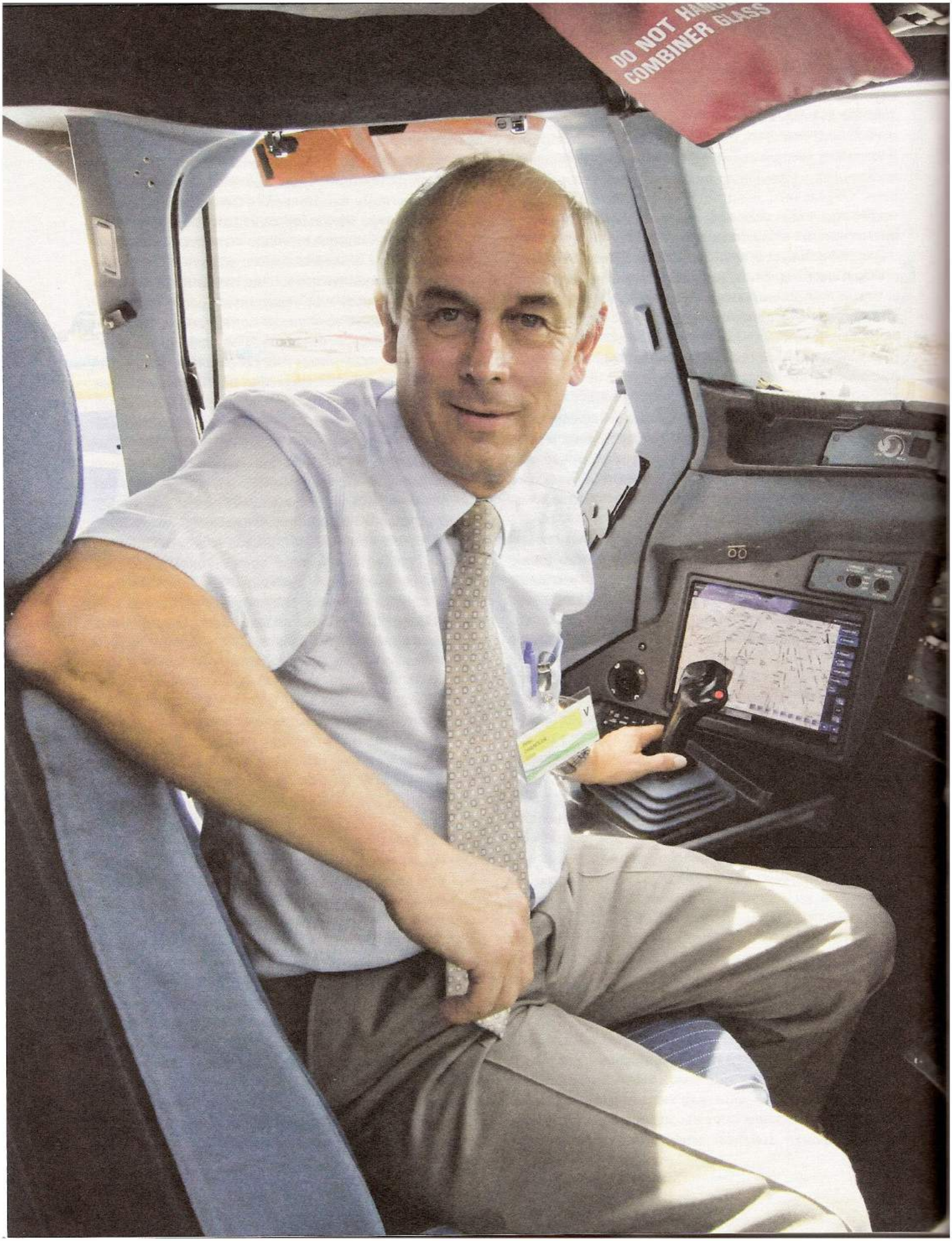
Для расчёта курса, времени в полёте, скорости и расстояния необходимо пользоваться теми же методами, которые применяются при предполётном планировании. Однако в силу ограниченного пространства в кабине пилота, а также поскольку расчёты придётся совмещать с управлением ЛА и слежением за воздушным движением, по возможности упростите и сократите процедуры вычислений.

Во время полёта вам вряд ли удастся начертить курс на секционной карте или замерить расстояния между контрольными точками. Более того, тот факт, что альтернативный аэропорт обычно находится недалеко от первоначального маршрута, позволяет обойтись без точной прокладки курса.

Альтернативный курс можно измерить с помощью протрактора или транспортира, но можно также определить его приближённо, используя угольник и компасную розу, изображаемую на картах возле станций VOR. Оценку курса можно произвести на основании азимута на ближайшую станцию VOR или по воздушной трассе, пролегающей параллельно альтернативному маршруту. Следует помнить, что магнитное направление, соответствующее азимуту VOR или воздушной трассе, направлено в сторону от станции. Курс на станцию будет противоположен указанному магнитному направлению. Обычно проще всего определить курс на альтернативный аэропорт, который имеет собственную станцию VOR или NDB.

После выбора альтернативного пункта назначения приближённо оцените его магнитный азимут, используя компасную розу или воздушную трассу на секционной карте. Если есть такая возможность, начните отклонение от первоначального маршрута в заметном наземном пункте или участке рельефа. В экстренных случаях следует немедленно начинать движение по альтернативному маршруту. Попытки провести все измерения и расчёты до перехода на альтернативный маршрут могут только усугубить ситуацию.

Начав движение по новому маршруту, заметьте время и рассчитайте направление и ПС, используя параметры верховых ветров в ближайшей к вам точке. Вычислив значение ПС, определите новое время прибытия в пункт назначения и расход топлива. Проводя расчёты, уделяйте основное время управлению ЛА и контролю воздушного движения. При определении высоты полёта по новому маршруту учитывайте высоту нижней кромки облачности, рельеф местности и качество приёма радиосигнала.


DO NOT HANG
COMBINER GLASS

ГЛАВА 16

Авиамедицинские факторы

Пилот должен представлять себе стандарты физической и психической нагрузок, возникающих во время выполняемого им полёта. В настоящей главе содержится информация о порядке медицинского освидетельствования и о различных авиамедицинских факторах, имеющих отношение к лётной деятельности.

Прохождение медицинского освидетельствования

В большинстве случаев для осуществления прав, предоставляемых пилоту лётной лицензией, необходимо пройти освидетельствование врачебной комиссии и получить медицинское заключение (сертификат). Для получения допуска к пилотированию планёров и неуправляемых аэростатов медицинское заключение не требуется. Согласно положениям FAA, пилотам со спортивной лицензией для допуска к полётам достаточно иметь действующие водительские права государственного образца.

Для получения медицинского заключения (сертификата) необходимо пройти освидетельствование врачебно-лётной экспертной комиссии (ВЛЭК). Медицинские сертификаты бывают трёх классов — в зависимости от типа ЛА, для полёта на котором лицензирован тот или иной пилот.

Медицинский сертификат третьего класса необходим для получения любительской лицензии пилотирования (RPL) или лицензии частного пилота (PPL). Если возраст пилота не превышает 40 лет, такой сертификат действителен в течение трёх лет; в противном случае — в течение двух лет. Пилотам с коммерческой лётной лицензией (CPL) необходим медицинский сертификат как минимум второго класса, который действителен в течение одного года. Медицинский сертификат первого класса необходим пилотам авиалиний (лицензия ATPL), он действителен в течение шести месяцев.

Чем выше класс сертификата, тем серьёзнее медицинские стандарты, которым должен соответствовать пилот. Пилот, получивший медицинский сертификат более высокого класса, также соответствует требованиям сертификата(ов) более низких классов. Поскольку класс сертификата имеет значение только в связи с правами, которые даются пилоту тем или иным видом лицензии, медицинский сертификат первого класса действует один год в случае коммерческой лётной лицензии либо два или три года (в зависимости от возраста) — в случае лицензий RPL и PPL. То же самое справедливо и для медицинского сертификата второго класса. Стандарты медицинской сертификации определены разделом 14 Кодекса федеральных нормативных документов FAA (14 CFR, часть 67), а порядок получения медицинских сертификатов устанавливается в 14 CFR, часть 61.

Студенты лётных школ, имеющие ограничения физического характера, такие, как нарушения зрения или слуха либо ампутированные конечности, могут получить медицинский сертификат, предоставляющий им только права пилота-студента и действительный только на время обучения лётному мастерству. Пилотам с ограничениями физического характера может потребоваться установка в ЛА специального оборудования, например, органов ручного управления для пилотов с параличом нижней части тела. Некоторые физические ограничения требует внесения особых условий в медицинский сертификат пилота; так, при нарушениях слуха вносится условие «недействителен при полётах с использованием радиосвязи». После того, как студент продемонстрировал наличие необходимых знаний и опыта, а также способность эксплуатировать ЛА с надлежащим уровнем безопасности, он может получить допуск к полётам, «несмотря на ограничения в состоянии здоровья» (statement of demonstrated ability, SODA). Этот допуск действует при условии, что состояние здоровья пилота не ухудшается.

Медицинские и физиологические факторы, влияющие на работоспособность пилота

Физиология организма и здоровье пилота непосредственно определяют эффективность его действий в процессе пилотирования ЛА. Влияние многих медицинских и физиологических факторов невелико, но некоторые требуют особенного внимания, поскольку от них прямо зависит безопасность полёта. В определённых случаях физиологические факторы могут стать основными или сопутствующими причинами авиационных происшествий. К важнейшим медицинским факторам, о которых должен знать пилот, относятся кислородное голодание (гипоксия), перенасыщение лёгких кислородом (гипервентиляция), поражения среднего уха и синуса, пространственная дезориентация, воздушная болезнь (болезнь движения), отравление угарным газом, стресс и утомление,

обезвоживание и тепловой удар. Следует учитывать и такие факторы, как влияние на организм алкоголя и наркотиков, острое беспокойство и избыток в крови азота после подводного плавания с аквалангом.

Кислородное голодание (гипоксия)

Термин «гипоксия» означает «пониженный кислород» или «нехватка кислорода». Хотя лишение притока кислорода в течение достаточно долгого времени способно привести к отмиранию любой ткани организма, наиболее опасным является недостаточный приток кислорода к мозгу, поскольку он особенно чувствителен к гипоксии. Любое нарушение ментальной функции в полёте чревато совершением ошибок, угрожающих жизни экипажа и пассажиров воздушного судна. Гипоксия может быть вызвана такими факторами, как недостаточное поступление кислорода, неисправность кислородных приборов и неспособность тканей организма усваивать кислород. Формы, в которых проявляется гипоксия, определяются причинами её возникновения: гипоксическая гипоксия, гемическая гипоксия, застойная гипоксия и гистотоксическая гипоксия.

Гипоксическая гипоксия

Гипоксическая гипоксия является результатом недостаточного поступления кислорода в организм в целом. Наиболее распространённые случаи прекращения поступления кислорода к лёгким — когда человек тонет или его дыхательные пути блокированы. В авиации кислородное голодание обычно связано с падением парциального давления кислорода на больших высотах. Поскольку процентное содержание кислорода в атмосфере постоянно, его парциальное давление падает пропорционально падению атмосферного давления. По мере движения вверх, удельное количество каждого газа в атмосфере не меняется, но количество молекул, попадающих в дыхательный аппарат человека, постоянно падает. Это снижение количества молекул кислорода может привести к гипоксической гипоксии.

Гемическая гипоксия

Гемическая (или кровяная) гипоксия возникает, когда кровь теряет способность обеспечивать клетки тела достаточным количеством кислорода. Слово «гемический» происходит от греческих слов, буквально означающих «мало крови». Этот тип гипоксии является результатом нехватки кислорода в крови (а не вдыхаемого кислорода) и может быть вызван различными факторами, например, падением количества крови в организме (при сильной кровопотере) или некоторыми болезнями крови, прежде всего, анемией (малокровием). Очень часто гемическая гипоксия возникает из-за того, что гемоглобин, содержащийся в крови белок, который и является переносчиком кислорода, оказывается химически неспособным связывать молекулы кислорода. Наиболее распространённая форма гемической гипоксии — это отравление углекислым газом.

Гемическая гипоксия может также быть вызвана кровопотерей при сдаче донорской крови. На восполнение необходимого количества крови в организме после её сдачи может уйти несколько недель. Хотя на уровне земли влияние кровопотери на самочувствие пилота может быть почти незаметным, подниматься в воздух в этот период не рекомендуется.

Застойная гипоксия

Застойная гипоксия (ишемия) возникает, когда обогащённая кислородом кровь по тем или иным причинам не движется от лёгких к тканям, нуждающимся в нём. Одно из проявлений застойной гипоксии — «затекание» руки или ноги, когда приток к крови к ним на некоторое время прекращается. Такая гипоксия может быть вызвана шоком, сердечной недостаточностью или спазмом артерии. Во время полёта застойная гипоксия иногда возникает при сильной перегрузке. Низкая температура также способна ослабить циркуляцию и снизить поступление крови к тканям до опасного уровня.

Гистотоксическая гипоксия

Под гистотоксической гипоксией понимают неспособность клеток организма воспринимать принесённый кровью кислород. Слово «гисто» переводится как «ткань» или «клетка», а «токсический» означает «отравленный». При этой форме гипоксии кислород поступает к клеткам в достаточном количестве, но они не могут его использовать. Расстройство «клеточного дыхания» может быть вызвано употреблением алкоголя, наркотических или отравляющих веществ. Исследования показали, что употребление одной унции (чуть менее 30 г) алкоголя соответствует увеличению физиологической высоты более чем на 600 м.

Симптомы гипоксии

При полёте на больших высотах всегда есть опасность возникновения гипоксии. Кислородное голодание крайне отрицательно влияет на работу мозга и других жизненно важных органов человека и может привести к необратимым изменениям в них. Первыми симптомами, свидетельствующими о наступлении гипоксии, часто являются эйфория и необъяснимое

чувство беззаботности. По мере дальнейшего развития кислородного голодания падает мышечный тонус и снижается координация движений. У различных людей гипоксия протекает по-разному, но наиболее часто встречаются следующие симптомы:

- синюшность (посинение ногтей и губ);
- головная боль;
- снижение скорости реакции;
- помутнение сознания;
- эйфория;
- нарушение зрения;
- сонливость;
- головокружение;
- покалывание в пальцах рук и ног;
- онемение конечностей.

При усилении гипоксии сужается поле обзора и возникают затруднения с чтением показаний приборов. Даже при наличии всех этих симптомов, под воздействием гипоксии у пилота может возникать ложное ощущение безопасности, ошибочная уверенность в том, что всё идёт нормально. Для борьбы с кислородным голоданием необходимо как можно быстрее уменьшить высоту полёта и/или воспользоваться вспомогательным кислородным оборудованием.

Влиянию гипоксии подвержены все пилоты, вне зависимости от их физической выносливости или тренированности. При выполнении высотных полётов использование кислородного оборудования является обязательным. Крайне важным является такой показатель, как «резервное время активного сознания». Он устанавливает максимальный временной промежуток, в течение которого пилот должен принять рациональные решения в целях спасения жизни (своей и пассажиров) и обеспечить их выполнение на заданной высоте без кислородного оборудования. На высотах более 3 км симптомы гипоксии резко усиливаются, а время активного сознания быстро сокращается *(рис. 16-1)*.

Поскольку симптомы гипоксии у каждого человека проявляются индивидуально, крайне полезно понаблюдать её воздействие на других и испытать на себе во время «полёта» в высотной барокамере.

Высота	Резервное время активного сознания
14 км над СУМ	9-15 секунд
12 км над СУМ	15-20секунд
11 км над СУМ	30-60секунд
9 км над СУМ	1-2 минут
8,5 км над СУМ	2-3 минут
7,5км над СУМ	3-5 минут
6,5 км над СУМ	5-10 минут
6 км над СУМ	30 минут или более

Рис. 16-1. Резервное время активного сознания.

Перенасыщение лёгких кислородом (гипервентиляция)

Гипервентиляцией называют усиление частоты и глубины дыхания, приводящее к избыточному выделению углекислого газа из крови. Пилоты недооценивают опасность гипервентиляции, а между тем во время полёта она возникает гораздо чаще, чем принято полагать. Перенасыщение кислородом редко приводит к полной потере дееспособности, однако вызывает неприятные симптомы, которые могут вызвать тревогу у неинформированного пилота. В подобных случаях увеличение частоты дыхания и нервозность ещё более усугубляют ситуацию. Гипервентиляция может привести к потере сознания — как защитный механизм дыхательного аппарата, имеющий целью восстановить контроль над дыханием.

Пилоты, неожиданно оказавшиеся в сложной, вызывающей стресс ситуации, иногда подсознательно увеличивают частоту дыхания. Во время полёта на больших высотах (как с использованием кислородного оборудования, так и без него) пилот может (незаметно для самого себя) начать дышать с большей частотой, что также способно привести к гипервентиляции.

По своим симптомам гипервентиляция во многом сходна с гипоксией, поэтому важно уметь различать эти состояния и знать меры по преодолению каждого из них. Если вы используете вспомогательное кислородное оборудование, проверьте его работоспособность и интенсивность подачи кислорода. Так вы убедитесь, что появившиеся симптомы не связаны с гипоксией. К наиболее часто возникающим симптомам гипервентиляции относятся:

- нарушение зрения;
- потеря сознания;
- головокружение;
- покалывание в конечностях;
- чувство жара или холода;
- мышечные спазмы.

Для борьбы с гипервентиляцией необходимо восстановить нормальный уровень углекислого газа в крови. Дыхание с нормальной глубиной и частотой — лучшая профилактическая мера и лучший способ борьбы с гипервентиляцией. Помимо снижения чистоты дыхания, для преодоления гипервентиляции рекомендуется в течение некоторого времени дышать в бумажный пакет или говорить вслух. После возвращение в обычный режим дыхания симптомы обычно быстро исчезают.

Поражения среднего уха и синуса

Во время снижения и набора высоты газы, находящиеся в различных полостях тела, расширяются вследствие разницы между давлениями воздуха снаружи и внутри тела. Если выход расширившегося газа заблокирован или затруднён, в полости растёт давление, что вызывает боль. Именно расширением не имеющего выхода газа объясняется боль в ушах и синусах (придаточных пазухах носа), а также временное нарушение слуха, которое часто возникает при пикировании и кабрировании.

Среднее ухо — это небольшая полость в височной кости черепа. От канала внешнего уха его отделяет барабанная перепонка. Разница давлений внутри и снаружи среднего уха выравнивается с помощью так называемой евстахиевой трубы, которая связывает внутреннюю часть каждого уха с носоглоткой. Обычно эти трубы закрыты, но во время жевания, глотания или зевания приоткрываются, выравнивая давление. Даже незначительная разница между давлением внутри и снаружи барабанной перепонки может вызвать дискомфорт *(рис. 16-2)*.

Во время набора высоты давление воздуха в среднем ухе превышает давление в наружном канале уха, из-за чего барабанная перепонка выгибается наружу. Это изменение выражается в том, что уши попеременно то «закладывает», то они «прочищаются».

Во время снижения происходит обратный процесс. Давление воздуха в наружном канале уха увеличивается и оказывается выше давления в полости среднего уха, установившегося на большей высоте. В результате барабанная перепонка выгибается внутрь. Устранить этот эффект труднее, чем предыдущий, поскольку из-за образующегося разрежения стенки евстахиевой трубы сужаются. Для того, чтобы облегчить боль и избежать временного ухудшения слуха, необходимо зажать ноздри, закрыть рот, сжать губы и медленно и осторожно выдохнуть, не надувая щёк. Поскольку нос и рот закрыты, это приведёт к повышению давления в носоглотке, и воздух через евстахиеву трубу начнёт поступать в среднее ухо. Если у пилота простуда, ушная инфекция или больное горло, попытки уравнять давление в ушах могут не увенчаться успехом. Полёт в таком состоянии может сопровождаться сильными болями, а также чреват повреждением барабанных перепонок. При небольшой заложенности носа такие лекарства как капли для носа или назальный спрей могут снизить риск «закладывания» ушей и облегчить боль. Перед использованием каких-либо лекарств обязательно проконсультируйтесь с врачом-экспертом и удостоверьтесь, что это не окажет отрицательного воздействия на функционирование вашего организма во время полёта.

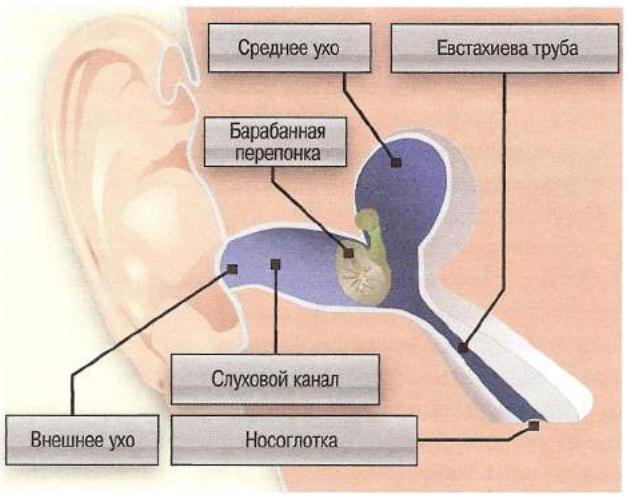


Рис. 16-2. Евстахиева труба уравнивает наружное давление и давление в среднем ухе.

Аналогичным образом, давление воздуха в синусах уравнивается с давлением в кабине пилотов через небольшие отверстия, соединяющие синусы с носовыми каналами. Инфекции верхних дыхательных путей, например, грипп или синусит, а также связанная с носоглоткой аллергическая реакция могут вызвать слизистые выделения, которые затруднят выравнивание давлений. При росте разницы давлений в синусах и кабине пилотов выделения могут полностью закупорить отверстия. Эта так называемая «синоаурикулярная блокада» чаще всего происходит во время снижения. Для облегчения связанных с ней болей можно снизить скорость снижения. Синоаурикулярная блокада может возникать в лобных синусах, расположенных над каждой из бровей, или в верхнечелюстных, располагающихся в верхней части каждой щеки. Блокада обычно вызывает мучительную боль в области синуса. Блокада верхнечелюстного синуса может также вызвать боль в верхних зубах. Возможно выделение кровавой слизи из носовых каналов.

Чтобы избежать синоаурикулярной блокады, необходимо воздерживаться от полётов при инфекциях верхних дыхательных путей или носовых аллергических реакциях. Противозастойные средства (спреи или капли), уменьшающие отёк слизистой верхних дыхательных путей, обычно не могут обеспечить достаточной защиты от блокады синусов в полёте. Оральные противозастойные средства также часто имеют побочные эффекты, которые могут негативно повлиять на функционирование организма во время полёта. Если синоаурикулярная блокада не проходит в течение достаточно длительного времени после посадки, необходимо проконсультироваться у врача.

Пространственная дезориентация и сенсорные иллюзии

Пространственной дезориентацией называют потерю пилотом способности правильно воспринимать пространственное положение ЛА, высоту его полёта или движение в пространстве. Для определения своего положения в пространстве тело использует сочетание трёх сенсорных систем, функционирующих как единый комплекс.

- Вестибулярная система — расположенные в среднем ухе органы, которые обеспечивают восприятие положение тела и поддержание его равновесия в пространстве.
- Соматосенсорная система — совокупность нервов в коже, мышцах и суставах, которые отвечают за контроль пространственного положения частей тела между собой. Восприятие положения тела основывается на ощущении гравитации, осязании и слухе.
- Визуальная система — глаза, которые воспринимают положение тела на основе получаемой визуальной информации.

Все эти данные поступают в мозг и, в обычных условиях, представляют собой три согласованных потока информации, позволяющие однозначно определить, где тело находится и как движется. В полёте эти системы иногда начинают направлять в мозг взаимно противоречивые сигналы, что приводит к дезориентации. Во время полёта в простых метеоусловиях (ПМУ) глаза являются главным источником ориентационной информации, в противовес ложным сигналам других сенсорных систем. Когда визуальные ориентиры отсутствуют, как, например, во время полёта в сложных метеоусловиях (СМУ), в мозг поступают ложные и взаимно противоречивые сигналы, что может привести к быстрой потере пространственной ориентации.

Вестибулярная система внутреннего уха позволяет пилоту воспринимать движение тела и определять его положение относительно окружающих предметов. Как в левом, так и в правом внутреннем ухе имеются три полукружных канала, располагающиеся приблизительно под прямыми углами друг к другу *(рис. 16-3)*. Каналы наполнены жидкостью и содержат участки, покрытые тончайшими чувствительными волосками. При ускорении в любую стороны чувствительные волоски отклоняются, раздражая нервные окончания, которые посылают импульсы в головной мозг. Сигналы нервных окончаний проходят через вестибулярный нерв, соединяющий овальный и сферический мешочки вестибулярного лабиринта и полукружные каналы с головным мозгом, который анализирует поступающую информацию.

Соматосенсорная система передаёт в мозг сигналы, поступающие от кожи, суставов и мышц. При обрабоке головным мозгом эти сигналы соотносятся с гравитационным полем Земли и определяют позу человека. При любом движении информация о положении тела обновляется. В ходе «инстинктивного» полёта без визуальных ориентиров пилот руководствуется, главным образом, именно сигналами соматосенсорной системы. В сочетании с данными визуальной и вестибулярной систем, эти сигналы можно считать достаточно надёжными. Однако, ощущая ускорение, тело человека не способно определить, вызвано ли оно гравитацией или маневрами ЛА. Это может привести к сенсорным иллюзиям и ошибкам в восприятии положения и движений ЛА.

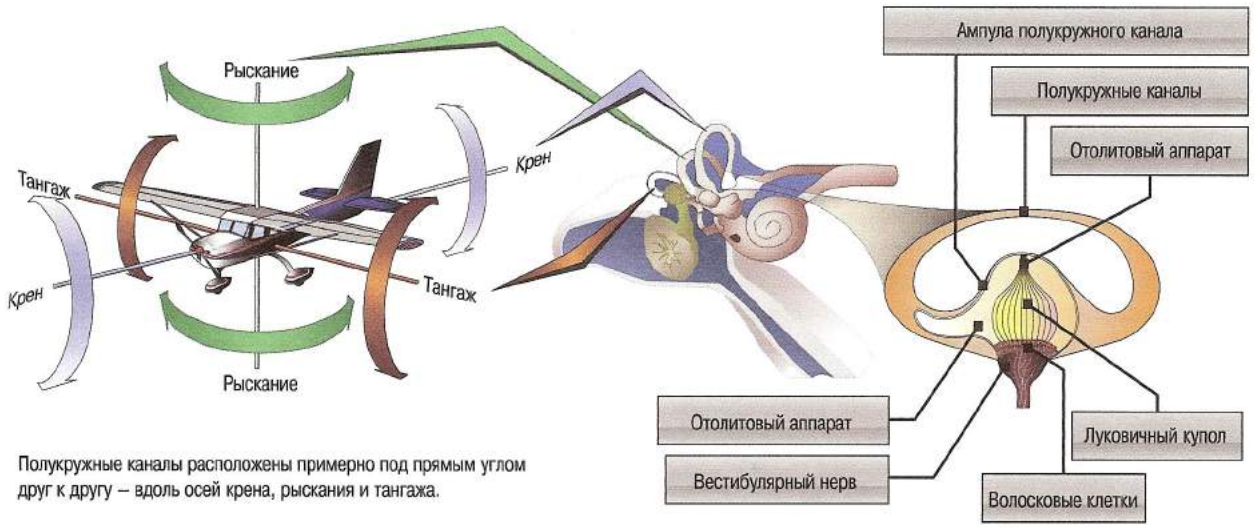


Рис. 16-3. Полукружные каналы располагаются в трёх плоскостях пространства и воспринимают движения крена, тангажа и рыскания.

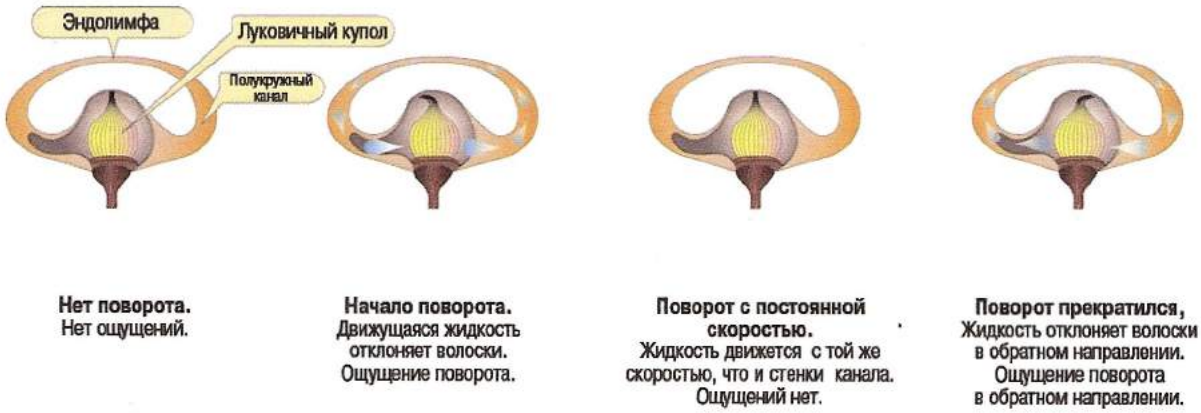


Рис. 16-4. Ощущения человека при возникновении углового ускорения.

В простых полётных условиях, при прямой видимости горизонта и земли, сенсорная система внутреннего уха позволяет правильно определить, осуществляет ли ЛА движения тангажа, крена или рыскания. Когда визуальный контакт с горизонтом потерян, информация вестибулярной системы перестаёт быть надёжной. В отсутствие визуальных ориентиров за пределами ЛА, возникает множество ситуаций, когда сочетание нормальных движений и сил способно вызвать убедительные сенсорные иллюзии, которые чрезвычайно трудно преодолеть.

Для предотвращения возникновения сенсорных иллюзий лучше всего вообще не попадать в подобные ситуации. Пилотам, которые не прошли серьёзной подготовки к полётам по приборам, следует избегать подниматься в воздух в условиях сниженной видимости или в ночное время, когда горизонт невидим. Подверженность сенсорным иллюзиям можно снизить путём тренировок, в ходе которых пилот учится не доверять собственным ощущениям и полагаться исключительно на показания приборов.

Вестибулярные иллюзии

Иллюзия ложного крена

Иллюзия ложного крена может возникнуть, когда вход в крен (например, левый) происходит слишком медленно, чтобы привести в движение жидкость в полукружных каналах внутреннего уха, отвечающих за реакцию на движение крена *(рис. 16-4)*. При резком выходе из положения крена жидкость приходит в движение, что вызывает иллюзию входа в правый крен. Потерявший ориентацию пилот может ошибочно вернуть ЛА в первоначальное положение левого крена, или, если горизонтальное положение ЛА сохранится, ощутит потребность отклонить тело от вертикали до тех пор, пока иллюзия не исчезнет.

Кориолисова иллюзия

Кориолисова иллюзия возникает, когда ЛА находится в режиме непрерывного разворота достаточно долго, чтобы жидкость в ушных каналах пилота начала двигаться с той же скоростью, что и канал. В таком случае, движение головы в другой плоскости (например, чтобы посмотреть вбок) может привести жидкость в движение и создать иллюзию поворота или ускорения вдоль совершенно другой оси. При этом у пилота возникает ощущение, что ЛА выполняет некий манёвр, хотя в действительности этого не происходит. Потеря пилотом ориентации и его попытки выйти из несуществующего манёвра могут привести к серьёзным угрозам для безопасности полёта.

По этой причине важно выработать привычку смотреть на приборы панели управления, не поворачивая головы. Необходимо также соблюдать осторожность при обращении с картами и другими предметами в кабине пилотов — если что-то упало на пол, нужно стараться поднять предмет, не поворачивая головы.

Смертельная спираль

Как и в случае других иллюзий, во время продолжительного координированного разворота с постоянной скоростью у пилота возникает ошибочное ощущение, что движение прекратилось. При выходе из разворота в горизонтальный полёт пилот испытывает иллюзию поворота в противоположном направлении. Стремясь компенсировать это кажущееся движение, пилот может возобновить поворот. Если пилот во время разворота не компенсирует потерю подъёмной силы, ЛА начинает терять высоту. Пилот может заметить начавшееся снижение. В отсутствие какой-либо сенсорной информации о происходящем повороте у пилота возникает иллюзия прямолинейного снижения. В попытке

набрать высоту или прекратить снижение пилот берёт на себя рычаг руля высоты. Это действие приводит к уменьшению радиуса разворота и увеличивает скорость снижения, переводя ЛА в режим, который называется «смертельной спиралью» *(рис. 16-5)*. Иллюзия смертельной спирали может привести к тому, что пилот полностью утратит контроль над ЛА.

Соматофавическая иллюзия

Быстрое ускорение (как, например, во время взлёта) раздражает отолитовые органы на стенках мешочков преддверий ушного лабиринта таким же образом, как наклон головы вперёд. При этом возникает соматофавическая иллюзия, ошибочно сигнализирующая пилоту о входе ЛА в положение «с поднятым носом» (положение кабрирования), особенно если при этом отсутствуют визуальные ориентиры. Потеряв пространственную ориентацию, пилот может перевести ЛА в положение пикирования. Резкое замедление при внезапном сбросе газа приводит к обратному эффекту, когда дезориентированный пилот переводит ЛА в положение кабрирования (что может привести к сваливанию).

Иллюзия перевёрнутого полёта

При резком переходе от набора высоты к установившемуся прямолинейному полёту раздражение отолитовых органов может вызвать ощущение полёта «вниз головой», или иллюзию перевёрнутого полёта. Дезориентированный пилот может резко отдать рычаг руля высоты от себя, стремясь перевести ЛА в режим пикирования (что иногда только усиливает иллюзию).

Иллюзия «лифта»

При резком, направленном вертикально вверх ускорении (что происходит, например, при попадании ЛА в восходящий поток) раздражение отолитовых органов может вызвать ощущение перехода ЛА в положение кабрирования. Это называется иллюзией «лифта». Потерявший ориентацию пилот может перевести ЛА в положение пикирования. Резкое ускорение вниз (при попадании в нисходящий поток) приводит к обратному эффекту, когда пилот переводит ЛА в положение кабрирования.

Зрительные иллюзии

Зрительные иллюзии во время полёта особенно опасны, поскольку человек в наибольшей степени доверяет своему зрению. Два вида иллюзий, ведущих к потере пространственной ориентации, затрагивают

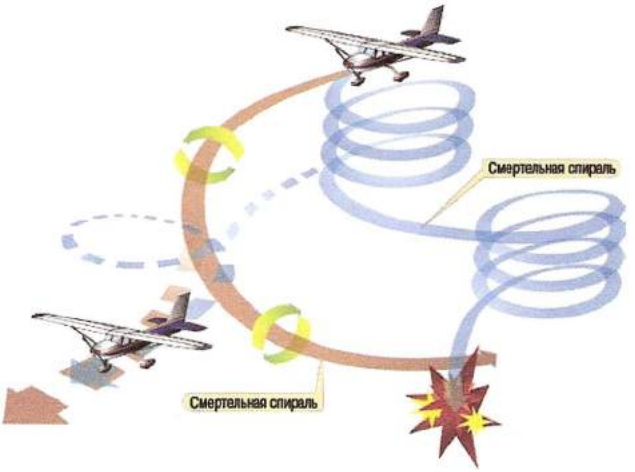


Рис. 16-5. Смертельная спираль.

только визуальную систему человека: ложный горизонт и аутокинез.

Ложный горизонт

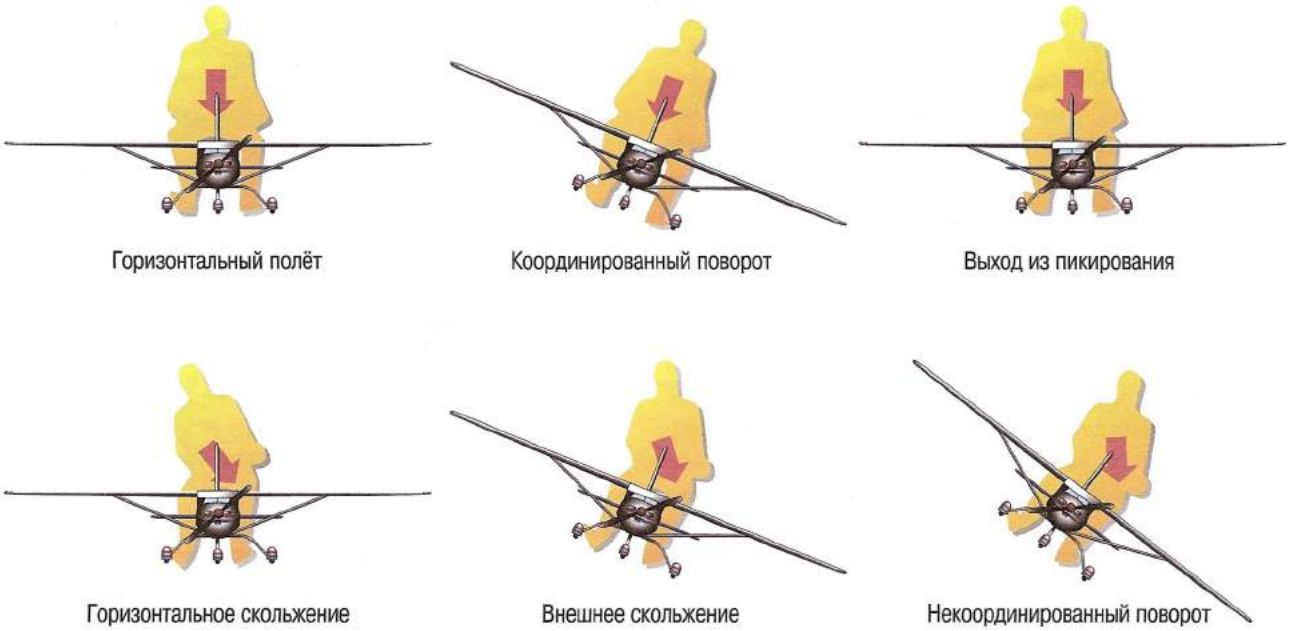
Облачный фронт с наклонной кромкой, скрытый расположенными впереди объектами горизонт, северное сияние, ночное небо со звёздами и наземными огнями могут создать зрительное искажение, называемое «ложным горизонтом», из-за которого пилот неправильно воспринимает положение ЛА относительно естественного горизонта. Дезориентированный пилот непроизвольно вводит самолёт в крен, что может представлять угрозу безопасности полёта.

Аутокинез

Если достаточно долго смотреть на неподвижный источник света на тёмном фоне (например, ночью), возникает ощущение, что этот источник движется. Эта зрительная иллюзия называется аутокинезом. Пилот, ориентирующийся по огням, которые он ошибочно воспринимает как движущиеся, может потерять контроль над ЛА.

Положение тела пилота

Постуральная система — это совокупность органов тела человека, объединённых задачей сохранения позы. Нервные окончания кожи, суставов и мышц посылают в головной мозг сигналы, которые позволяют анализировать положение частей тела в гравитационном поле Земли. Этими сигналами контролируется процесс сохранения положения тела (позы). При каждом движении мозг обновляет информацию о положении тела. В время «инстинктивного» полёта без



Торможение, скольжение и некоординированные повороты ощущаются одинаково. Пилоты чувствуют действие силы, толкающей их вбок.

Рис. 16-6. Ощущения, вызванные центробежной силой.

визуальных ориентиров пилот основывается, главным образом, именно на этих сигналах. В сочетании с данными визуальной и вестибулярной систем, эти сигналы можно считать достаточно надёжными. Однако, во время полёта иногда происходят ситуации, когда связанные с ускорением силы превосходят силу тяжести, и в этих случаях могут возникать множественные сенсорные иллюзии *(рис. 16-6)*. Такое случается, например, во время некоординированных поворотов, разворотов с набором высоты или попадания в область турбулентности.

Демонстрация пространственной дезориентации

Существует достаточно много контролируемых манёвров, которые пилот может выполнить во время полёта, чтобы ощутить на себе воздействие пространственной дезориентации. Любое ложное ощущение, возникающее во время одного из таких манёвров, можно считать эффективной демонстрацией дезориентации. Поэтому, даже если при том или ином манёвре не возникает никаких ощущений, это также является проявлением дезориентации, поскольку иллюстрирует неспособность сенсорных органов пилота сигнализировать о крене или повороте. Демонстрация этих манёвров преследует несколько целей.

1. Пилот на практике получает представление о том, насколько сенсорные системы человека подвержены пространственной дезориентации.
2. Пилот узнаёт, что решения, принимающиеся в полёте на основании собственных ощущений, часто бывают неправильными.
3. Пилот учится избегать дезориентации или снижать её интенсивность, лучше понимая связь между движением ЛА и положением частей его тела (прежде всего, головы).
4. Пилот привыкает при оценке положения ЛА в воздухе в большей степени полагаться на показания бортовых приборов.

Описанные ниже манёвры нельзя выполнять на малой высоте или в отсутствие пилота-инструктора или дублирующего пилота.

Набор высоты при ускорении

Во время установившегося прямолинейного полёта пилот закрывает глаза, а пилот-инструктор в течение нескольких секунд сохраняет скорость постоянной, а затем ускоряется, не меняя высоты. Во время этого манёвра, при полном отсутствии визуальных ориентиров, у пилота обычно возникает иллюзия, что ЛА набирает высоту.

Набор высоты во время поворота

Во время установившегося прямолинейного полёта пилот закрывает глаза, а пилот-инструктор выполняет относительно медленный вход в хорошо координированный поворот на 90° с положительной перегрузкой примерно 1,5*g* (крен примерно 50°). В ходе поворота, при отсутствии визуальных ориентиров и под воздействием небольшой положительной перегрузки, обычно возникает иллюзия набора высоты. При возникновении ощущения набора высоты пилот немедленно открывает глаза и видит, что медленный координированный поворот воспринимается сенсорными органами так же, как набор высоты.

Пикирование во время поворота

Повторяется предыдущий манёвр, с тем отличием, что глаза пилота остаются закрытыми до момента, когда выход из поворота выполнен примерно наполовину. В этом случае обычно возникает иллюзия, что ЛА пикирует.

Наклоны вправо или влево

Во время установившегося прямолинейного полёта пилот закрывает глаза, а пилот-инструктор выполняет лёгкое или умеренное внешнее скольжение влево без крена. При этом возникает иллюзия, что тело наклоняется вправо.

Обратное движение

Эта иллюзия может быть продемонстрирована в любой из трёх плоскостей движения. Во время установившегося прямолинейного полёта пилот закрывает глаза, а пилот-инструктор мягко вводит ЛА в крен примерно 45°, сохраняя при этом направление и положение по тангажу. При этом возникает сильное ощущение вращения в противоположном направлении. Почувствовав воздействие этой иллюзии, пилот открывает глаза и удостоверяется, что ЛА находится в положении крена.

Пикирование или крен за пределами вертикальной плоскости

Этот манёвр может вызвать чрезвычайно сильную дезориентацию. Во время установившегося прямолинейного полёта пилот сидит в обычной позе либо с закрытыми глазами, либо взгляд направлен в пол. Пилот-инструктор начинает выполнять координированный крен с углом 30°-40°. В это время пилот наклоняет голову вперёд, смотрит вправо или влево, затем немедленно возвращается в первоначальную позу. Манёвр необходимо выполнять таким образом, чтобы крен прекратился в тот момент, когда пилот снова выпрямит голову. При этом обычно возникает сильнейшая дезориентация, и у пилота появляется ощущение падения вниз в направлении крена.

В приведённом описании манёвр выполняет пилот-инструктор, но демонстрация оказывается не менее эффективной, если управлять ЛА будет сам пилот. Пилот закрывает глаза и наклоняет голову вправо или влево. Пилот-инструктор подаёт пилоту команды, какие именно управляющие действия ему следует выполнять. Затем пилот пытается выполнить эти действия с закрытыми глазами и наклонённой головой. Пилот не знает о фактическом положении ЛА в воздухе и действует на основании собственных ощущений. Через некоторое время, когда пилот полностью теряет ориентацию в пространстве, пилот-инструктор подаёт команду открыть глаза и выровнять ЛА. Преимущество этого варианта упражнения в том, что пилот испытывает дезориентацию в ходе управления ЛА.

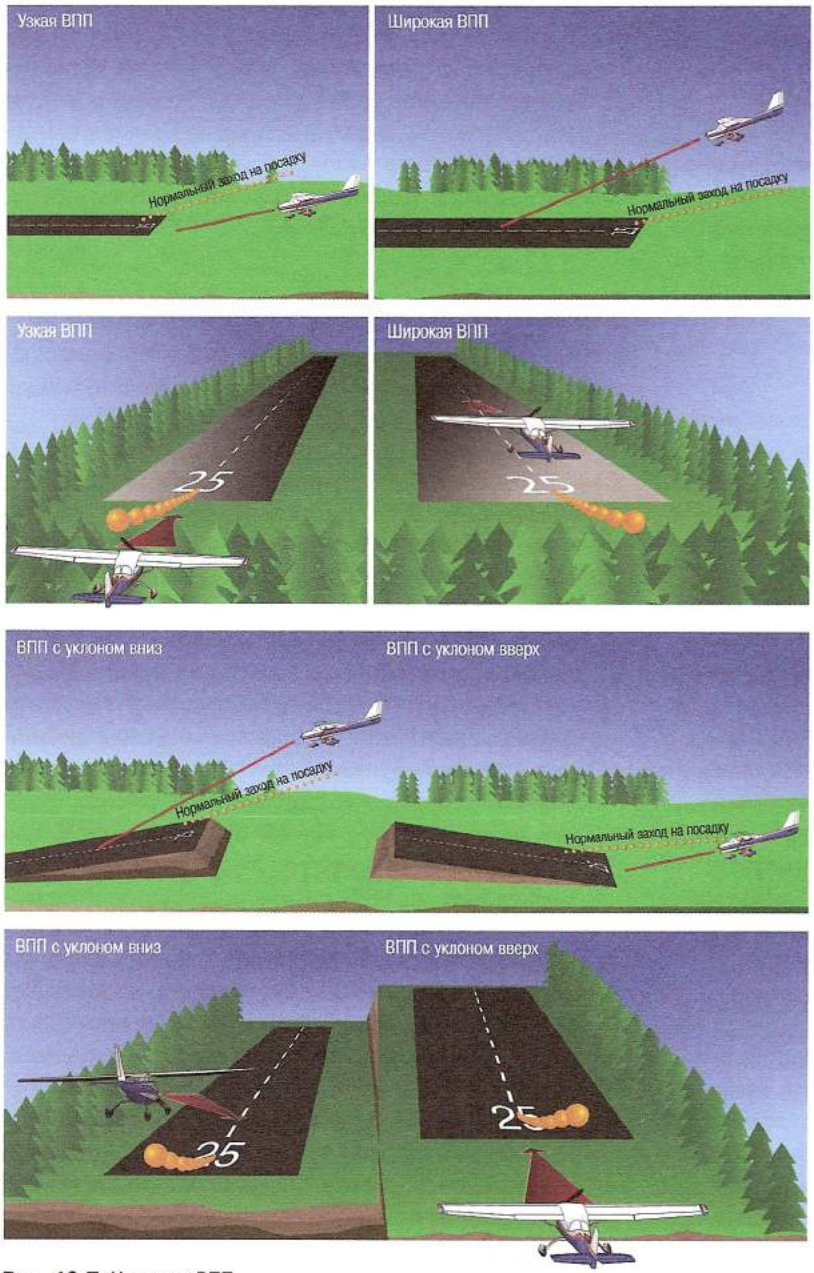
Противодействие пространственной дезориентации

Для предотвращения возникновения сенсорных иллюзий и (их потенциально опасных последствий), пилот может делать следующее:

1. Хорошо представлять себе причины этих иллюзий и быть постоянно готовым к их возникновению. Испытать на себе воздействие пространственной дезориентации с помощью таких устройств и тренажёров, как кресло Барани, «Вертигон» или стенд виртуальной реальности для ознакомления с пространственной дезориентацией.
2. Всегда получать для ознакомления предполётную сводку погоды.
3. Перед выполнением полётов при минимальной видимости (менее 5 км) или в условиях отсутствия видимого горизонта (например, полёты над открытой водой в ночное время) пройти специальную подготовку по управлению ЛА по приборам.
4. Прекращать полёт при возникновении неблагоприятных погодных условий или с наступлением темноты (в случае отсутствия опыта полётов по приборам). При необходимости выполнять полёты в ночное время, пройти курс обучения технике ночного пилотирования, включая маршрутные и местные полёты, а также выполнение взлётов и посадок с/на аэродромы с различными характеристиками.
5. Использовать в качестве визуальных ориентиров исключительно надёжные, неподвижные объекты на земной поверхности.
6. Избегать резких движений головы, особенно во время взлётов, поворотов и заходов на посадку.

7. Быть физически подготовленным к полёту при низкой видимости. Конкретно, надлежащим образом отдохнуть перед полётом, обеспечить правильное питание, а перед ночным полётом — дать возможность организму адаптироваться к ночному бодрствованию. Следует помнить, что болезненное состояние, приём лекарственных препаратов, употребление алкоголя, усталость, недосыпание и лёгкая гипоксия могут повысить подверженность организма к пространственной дезориентации.
8. Наиболее важно — выработать привычку использовать в полёте бортовые приборы и полагаться на их показания, уметь доверять приборам, игнорируя собственные ощущения.

Сигналы сенсорных систем, которые приводят к возникновению иллюзий при полёте в сложных метеоусловиях, представляют собой вполне нормальные ощущения, испытываемые пилотом в соответствующей ситуации. Полностью предотвратить их невозможно, однако тренировка и постоянная готовность позволяют пилотам подавлять эти сигналы или не обращать на них внимания, полностью полагаясь на показания бортовых приборов. По мере приобретения опыта полётов в сложных метеоусловиях, пилот



Иллюзия уклона ВПП

- ВПП с уклоном вверх может создать иллюзию, что ЛА находится на меньшей высоте, чем на самом деле, что ведёт к заходу на посадку с большей высоты, чем необходимо.
- ВПП с уклоном вниз может создать иллюзию, что ЛА находится на большей высоте, чем на самом деле, что ведёт к заходу на посадку с меньшей высоты, чем необходимо.

Иллюзия ширины ВПП

- Более узкая, чем обычно, ВПП может создать у пилота иллюзию, что ЛА находится на большей высоте, чем на самом деле, что ведёт к заходу на посадку с меньшей высоты, чем необходимо.
- Более широкая, чем обычно, ВПП может создать у пилота иллюзию, что ЛА находится на меньшей высоте, чем на самом деле, что ведёт к заходу на посадку с большей высоты, чем необходимо.

Нормальный заход на посадку
Заход на посадку под влиянием иллюзии

Рис. 16-7. Иллюзии ВПП.

становится менее восприимчивым к сенсорным иллюзиям и их последствиям.

Оптические иллюзии

Из всех органов чувств человека, глаза представляют наибольшую важность для обеспечения безопасности полётов. Однако, некоторые особенности рельефа местности и атмосферные условия могут приводить к возникновению оптических иллюзий. Обычно эти иллюзии, в первую очередь, возникают при посадке. Поскольку в конце инструментального захода на посадку пилоты обычно переключают внимание с показаний бортовых приборов на визуальные ориентиры, следует знать о потенциальных проблемах, которые могут вызвать оптические иллюзии, и уметь выполнять корректирующие действия. Ниже приведено описание основных видов иллюзий, ведущих к ошибкам при посадке.

Иллюзия ширины ВПП

Более узкая, чем обычно, ВПП может создать у пилота иллюзию, что ЛА находится на большей высоте, чем на самом деле, особенно, когда соотношение длины ВПП к её ширине соответствует нормальным значениям *(рис. 16-7)*. Пилот, не отдающий отчёта в этой иллюзии, будет заходить на посадку на меньшей высоте, рискуя врезаться в объекты, расположенные вдоль траектории захода, или сесть с недолётом. Если ВПП шире, чем обычно, может возникнуть обратный эффект, и пилот рискует выровнять ЛА на излишней высоте и произвести жёсткую посадку, либо сесть с перелётом.

Иллюзия уклона ВПП и местности

ВПП или местность, имеющие уклон вверх, могут создать у пилота иллюзию, что ЛА находится на большей высоте, чем на самом деле *(рис. 16-7)*. Пилот, не отдающий отчёта в этой иллюзии, будет заходить на посадку с меньшей высоты, чем необходимо. Если ВПП или местность имеют уклон вниз, это создаёт обратный эффект.

Иллюзия отсутствия элементов рельефа

В отсутствие видимых элементов рельефа местности, например, при заходе на посадку над водой, неосвещёнными участками или местностью, покрытой снегом, у пилота может возникнуть иллюзия, что ЛА движется на большей высоте, чем на самом деле. Эта иллюзия, часто называемая «посадкой в чёрную дыру», заставляет пилотов заходить на посадку с меньшей высоты, чем необходимо.

Преломление в воде

Слой дождевой воды на лобовом стекле может создать у пилота иллюзию полёта на большей высоте, поскольку из-за преломления лучей света в воде горизонт кажется расположенным ниже, чем на самом деле. Это может привести к заходу на посадку с меньшей высоты, чем необходимо.

Дымка

Дымка в атмосфере может создать иллюзию, что высота ЛА и расстояние до ВПП больше, чем на самом деле. В результате пилот будет заходить на посадку с меньшей высоты, чем необходимо. И наоборот, очень чистый воздух (ясные погодные условия на высотных аэродромах) могут создать у пилота иллюзию, что ЛА ближе к земле, чем на самом деле, результатом чего станут заход с большей высоты, посадка с перелётом или уход на второй круг. Рассеяние света частицами воды на лобовом стекле может отрицательно повлиять на пространственное восприятие. Огни и элементы рельефа местности, обычно использующиеся для оценки высоты во время посадки, в этом случае становятся малопригодными.

Туман

При приближении к зоне тумана возникает иллюзия кабрирования. Пилоты, не отдающие отчёта в этой иллюзии, часто резко увеличивают угол захода на посадку.

Иллюзии наземных огней

Расположенные вдоль прямой линии огни, например, дорожное освещение или освещённые окна движущегося поезда, часто ошибочно принимают за огни подхода или посадочные огни. Яркое освещение ВПП и зоны подхода, особенно в контрасте с малоосвещённой окружающей местностью, может создать иллюзию, что ВПП ближе, чем на самом деле. Пилот, не отдающий отчёта в этой иллюзии, будет заходить на посадку с большей высоты, чем необходимо.

Как предотвратить ошибки при посадке, связанные с оптическими иллюзиями

Для предотвращения возникновения оптических иллюзий (и их потенциально опасных последствий) пилот может делать следующее:

1. Предвидеть возможность возникновения визуальных иллюзий при заходе на посадку на незнакомых

аэродромах, особенно в ночное время или при неблагоприятных погодных условиях. Внимательно изучить имеющуюся информацию о рельефе прилегающей к аэропорту местности, уклоне и освещении ВПП.
2. Постоянно отслеживать показания высотомера, особенно во время захода на посадку.
3. Если возможно, провести перед посадкой воздушный визуальный осмотр незнакомого аэродрома.
4. Использовать в качестве визуального ориентира визуальный индикатор наклона глиссады или индикатор траектории захода на посадку (там, где это возможно).
5. Использовать визуальные точки снижения, обозначенные на многих картах инструментального захода на посадку.
6. Учитывать тот факт, что вероятность происшествия при заходе на посадку существенно возрастает, если экстренные обстоятельства или иной фактор отвлекают пилота от выполнения стандартных процедур.
7. Постоянно совершенствовать лётную подготовку в той части, которая касается посадки и связанных с ней процедур.

Помимо сенсорных иллюзий, связанных с ложными сигналами вестибулярной системы, во время полёта пилот может также испытывать различные визуальные иллюзии. Иллюзии называют в числе факторов, являющихся причиной наибольшего количества лётных происшествий со смертельным исходом.

Облачные фронты с наклонной кромкой, скрытый расположенными впереди объектами горизонт, ночное небо со звёздами и наземными огнями или расположенные определённым образом наземные огни могут существенно исказить восприятие положения ЛА относительно естественного горизонта. Различные элементы рельефа местности и атмосферные условия могут создать ложное представление о траектории захода на посадку. Ошибок, связанных с этими иллюзиями, можно избежать, если быть готовым к ним во время захода на посадку, проводить осмотр незнакомых аэродромов с воздуха перед посадкой, использовать электронные индикаторы наклона глиссады или индикаторы траектории захода на посадку и обладать значительным опытом в области посадочных процедур.

Воздушная болезнь

Воздушная болезнь (или болезнь движения) возникает, когда мозг получает взаимно противоречивые сигналы о положении тела. Пилоты часто испытывают симптомы воздушной болезни при первых полётах, но они обычно быстро проходят уже после нескольких занятий. Чувства тревоги и страха, иногда появляющиеся в начале лётного обучения, могут усилить проявления воздушной болезни. Симптомы включают в себя общий дискомфорт, тошноту, головокружение, бледность, испарину и рвоту.

Важно помнить, что подверженность воздушной болезни не является показателем непригодности человека к пилотированию ЛА. Студенты лётных школ, подверженные воздушной болезни, должны сообщить об этом пилоту-инструктору, поскольку существуют методики, которые позволяют успешно бороться с этим фактором. Например, таким студентам первое время лучше избегать учебных полётов в условиях турбулентности, или начать с более коротких полётов и постепенно увеличивать их длительность. Если во время учебного полёта возникли симптомы воздушной болезни, необходимо открыть вентиляционные отверстия для увеличения притока свежего воздуха, сконцентрировать внимание на объектах за пределами ЛА и стараться не делать лишних движений головой. Существует множество медицинских препаратов (например, драмамин), предотвращающие появление воздушной болезни у авиапассажиров, однако пилотам использовать эти препараты не рекомендуется, поскольку они вызывают сонливость, снижают внимание и работоспособность.

Отравление угарным газом (CO)

Угарный газ (окись углерода, CO) входит в состав выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. Он не имеет цвета и запаха. Активно связываясь с гемоглобином в крови (примерно в 200 раз быстрее, чем кислород), угарный газ препятствует снабжению клеток организма кислородом, результатом чего становится гемическая гипоксия. На полное очищение организма от угарного газа требуется 48 часов. Достаточно сильное отравление угарным газом приводит к смерти. Через вентиляционные отверстия угарный газ может попасть в кабину ЛА, особенно если выхлопная система двигателя имеет утечку или повреждена. Показателем наличия угарного газа в воздухе является сильный запах выхлопных газов. Однако, угарный газ может присутствовать в воздухе в опасной концентрации, даже если запах выхлопных газов не ощущается. Существуют и вполне доступны простые и недорогие одноразовые детекторы угарного газа. При появлении в воздухе угарного газа детектор меняет цвет, предупреждая пилота об опасности. В числе симптомов отравления угарным газом головная боль, затуманенное зрение, головокружение, сонливость и/или потеря мышечной силы. При первом же появлении запаха выхлопных газов или перечисленных симптомов следует

принять немедленные меры по устранению опасности. Необходимо как можно быстрее выключить обогреватель, открыть вентиляционные отверстия и окна и воспользоваться дополнительным источником кислорода (если это возможно).

Табачный дым также вызывает отравление угарным газом. При курении на высоте уровня моря концентрация угарного газа в крови вырастает настолько, что по физиологическому эффекту это соответствует полёту на высоте 2,5 км. Помимо гипоксии, курение вызывает заболевания и приводит к физическому истощению, которые по медицинским показателям несовместимы с пилотированием ЛА.

Стресс

Стресс представляет собой реакцию тела человека на физические и психологические нагрузки, которым оно подвергается. В результате стресса в кровь выделяются химические гормоны (например, адреналин) и усиливается метаболизм для обеспечения мышц дополнительной энергией. При этом учащаются пульс и дыхание, повышаются сахар в крови, кровяное давление и потоотделение. Для обозначения факторов, вызывающих у конкретного человека стресс, используется термин «стрессор». Стрессоры бывают физические (шум, вибрация), физиологические (утомление) и психологические (трудная работа или личные обстоятельства).

Стрессы делятся на две большие категории: острые (кратковременные) и хронические (долговременные) Острый стресс является ответом на немедленную угрозу, воспринимаемую как опасность. Этот вид стресса вызывает у человека реакцию «дерись или беги», вне зависимости от того, реальна ли угроза или воображаема. Здоровый человек обычно способен справиться с острым стрессом, не допуская критической нагрузки на организм. Однако продолжительный острый стресс иногда может превратиться в хронический.

Хроническим можно назвать стресс, который создаёт невыносимую нагрузку, превышающую способность конкретного человека к сопротивлению и приводящую к резкому ухудшению функциональных характеристик его организма. Постоянные факторы психологического давления (например, связанного с одиночеством, финансовыми трудностями, личными отношениями или проблемами на работе) могут иметь кумулятивный эффект, создавая стресс, превышающий способность человека справляться с ситуацией. Когда стресс достигает такого уровня, функциональные характеристики организма резко ухудшаются. Пилоты, испытывающие подобный стресс, не способны обеспечить полётную безопасность и не должны пользоваться правами, предоставляемыми им лётной лицензией. Если у пилота возникает подозрение, что он испытывает хронический стресс, он обязан проконсультироваться с врачом.

Утомление

Утомление часто вызывает ошибки пилотирования. Результатами утомления становятся снижение внимания, потеря концентрации, нарушение координации движений и частичная потеря способности к обмену информацией. Эти факторы могут существенно повлиять на способность пилота принимать правильные решения. Физическое утомление является следствием недосыпания, чрезмерных физических нагрузок или тяжёлого физического труда. Такие факторы, как стресс и продолжительная когнитивная (умственная) деятельность, приводят к психическому утомлению.

Как и стресс, утомление делится на две большие категории: острое и хроническое. Острое утомление является краткосрочным по продолжительности и представляет собой обычный фактор повседневной жизни человека. По сути, это усталость, которую люди испытывают после периода напряжённых усилий, возбуждения или отсутствия сна. Для устранения такого состояния обычно достаточно отдыха и восьмичасового сна.

Одним из важных проявлений острого утомления является ухудшение функциональных навыков. В полёте этот эффект может проявляться двояко:

- Рассогласование во времени — внешне все действия выполняются как обычно, но их взаимная синхронизация слегка нарушается. Это приводит к снижению эффективности функционирования пилота, поскольку каждое действие становится отдельной, изолированной процедурой, а не частью единого процесса.
- Разрушение сферы восприятия — внимание концентрируется на объектах в центре поля зрения, а находящиеся на периферии игнорируются. При этом падает точность и плавность управляющих движений.

Острое утомление может быть вызвано самыми различными причинами, но для пилота наиболее важными являются:

- лёгкая гипоксия (кислородное голодание);
- физический стресс;
- физическое истощение в результате психологического стресса;
- длительный психологический стресс.

Длительный психологический стресс усиливает секрецию желёз, влияющую на быстроту реакции организма во время критических ситуаций. Эти гормоны интенсифицируют работу сердечно-сосудистой и

дыхательной систем, а печень вырабатывает дополнительную энергию, необходимую для работы мозга и мышц. Когда дополнительная энергия исчерпана, организм впадает в состояние общего и тяжёлого утомления.

Острого утомления можно избежать с помощью правильного подхода к питанию, режиму дня и сну. Хорошо сбалансированная диета исключает необходимость для организма сжигать собственные ткани для поддержания нормального уровня энергии. Правильный режим дня с чередованием нагрузки и отдыха позволяет сохранять в организме запас жизненной энергии.

Хроническое утомление, испытываемое в течение длительного времени, обычно имеет психологические корни, хотя иногда может быть связано со скрытыми заболеваниями. Продолжительный сильный стресс всегда приводит к хроническому утомлению. Хроническое утомление нельзя устранить с помощью отдыха и сна. Обычно оно требует медицинского вмешательства. Хроническое утомление может проявляться в форме слабости, усталости, сильного сердцебиения, одышки, головных болей, раздражительности. Иногда оно вызывает нарушения в работе желудка или кишечника либо боли в различных частях тела. Когда такое состояние становится достаточно серьёзным, это может привести к расстройствам психики.

Пилотам, страдающим от хронического утомления, вообще не следует подниматься в воздух. Если утомление возникает во время полёта, даже самый опытный и тренированный пилот не в состоянии преодолеть его негативное воздействие. Отдых — единственный способ предотвратить возникновение утомления. Следует избегать подниматься в воздух после бессонной ночи, значительной физической нагрузки, или после особенно трудного и напряжённого дня. Пилотам, подозревающим, что они страдают от хронического утомления, необходимо проконсультироваться с врачом.

Обезвоживание и тепловой удар

Термин «обезвоживание» применяется для обозначения критической потери воды организмом. Причинами обезвоживания могут стать высокие температура и влажность в кабине пилотов, сильный ветер, а также диуретические (мочегонные) напитки — чай, кофе, алкоголь и кофеиносодержащие газированные напитки. Типичными признаками обезвоживания являются головная боль, утомление, судороги, сонливость и головокружение.

Первым значимым симптомом обезвоживания обычно становится утомление, которое, в свою очередь, затрудняет физическую и умственную деятельность или даже делает её невозможной. Длительный полёт в условиях летней жары или на большой высоте повышает подверженность организма обезвоживанию, поскольку эти факторы повышают интенсивность потери воды организмом.

Для предотвращения обезвоживания в сутки следует выпивать от 2 до 4 литров воды. Точное количество потребляемой воды зависит от особенностей организма конкретного человека. Широко распространено правило «восьми стаканов в день»: если стакан содержит 250 мл воды, это составляет 2 литра воды в день. Если выводимая из организма жидкость не восполняется, утомление переходит в головокружение, слабость, тошноту, покалывание в конечностях, желудочные спазмы и мучительную жажду.

Пилоты должны постоянно следить за состоянием своего организма. Большинство людей испытывает жажду при потере полутора литров воды, или 2% общей массы тела. При этом уровне обезвоживания включается защитный «механизм жажды». Проблема в том, что ощущение жажды появляется слишком поздно и слишком легко исчезает. Даже небольшое количество жидкости во рту может выключить «механизм жажды», и восполнение жидкости в организме прекратится.

Чтобы предотвратить обезвоживание, необходимо:

- Иметь при себе контейнер с жидкостью, что позволит измерять её ежедневный приём.
- Действовать с опережением, а не ждать появления чувства жажды. Если нет желания пить чистую воду, можно, например, употреблять спортивные напитки с различными вкусами.
- Ограничить дневной приём кофеина и алкоголя (оба являются диуретиками и стимулируют повышенное мочеиспускание).

Тепловой удар — это состояние, характеризующееся неспособностью организма поддерживать нормальную температуру тела. По начальным симптомам тепловой удар часто аналогичен обезвоживанию, но может приводить и к полной потере сознания.

Для предотвращения появления этих симптомов рекомендуется всегда иметь при себе достаточный запас воды и во время долгого полёта регулярно пить воду через короткие интервалы времени, вне зависимости от того, есть жажда или нет. Организм в нормальных условиях потребляет воду с интенсивностью 1,2-1,5 литров в час. В условиях сильного теплового стресса следует пить не менее 1 л воды в час, а в условиях умеренного — 0,5 л в час. Если ЛА имеет тент или стеклянную крышу кабины, одежда из тонкого материала светлых тонов и головной убор помогут пилоту лучше защититься от лучей солнца. Для поглощения избыточного тепла необходимо обеспечить хорошую вентиляцию кабины.

Алкоголь

Алкоголь влияет на эффективность функционирования организма человека *(рис. 16-8)*. Многолетние исследования убедительно доказали, что употребление алкоголя и нарушение работоспособности тесно связаны между собой. Во время полёта пилоту приходится принимать сотни решений, часто в условиях ограниченного времени. Безопасное завершение полёта зависит от способности пилота принимать правильные решения и соответствующим образом воплощать их, как в штатных ситуациях, так и при чрезвычайных обстоятельствах. Влияние алкоголя значительно уменьшает вероятность завершения полёта без происшествий. Даже в небольших количествах алкоголь может повлиять на адекватность восприятия окружающего мира, снизить чувство ответственности, ухудшить координацию движений, сузить поле зрения, ослабить память и аналитические способности, сократить продолжительность концентрации внимания. Всего несколько десятков грамм алкоголя могут существенным образом снизить скорость и силу мышечных рефлексов, уменьшить эффективность движения глаз при чтении и повысить частоту совершения ошибок. Приём алкоголя даже в незначительных количествах вызывает выраженное ослабление остроты зрения и слуха.

Алкоголь, содержащийся в водке, виски, пиве и смешанных спиртных напитках (коктейлях), представляет собой этиловый спирт, вещество, подавляющее деятельность центральной нервной системы. С медицинской точки зрения он воздействует на организм подобно анестезирующему веществу общего действия. При потреблении алкогольных напитков «доза» и скорость поступления в организм, конечно, существенно ниже, но общий эффект такой же. Алкоголь быстро и легко усваивается желудочно-кишечным трактом. В течение получаса после употребления алкогольного напитка на пустой желудок в кровь поступает от 80% до 90% содержащегося в напитке спирта. Для полного вывода из организма алкоголя, содержащегося в одном стакане пива или смешанного напитка, требуется примерно три часа.

Даже испытывая похмелье, человек продолжает находиться под воздействием алкоголя. Пилот может полагать, что его организм функционирует нормально, при этом его моторные и психические функции остаются ослабленными. Алкоголь в достаточных количествах может сохраняться в теле более 16 часов, поэтому подниматься в воздух даже спустя несколько часов после приёма спиртных напитков категорически не рекомендуется.

Высота усиливает воздействие алкоголя на мозг человека в полтора-два раза и более. Алкоголь снижает способность головного мозга усваивать кислород, что приводит к гистотоксической гипоксии. Негативные эффекты появляются почти сразу после приёма алкоголя в силу его быстрого попадания в кровь. Ситуацию усугубляет тот факт, что мозг содержит большое количество сосудов, которые немедленно реагируют на изменения в составе крови. Для пилота снижение содержания кислорода в воздухе на высоте, соединённое

Спиртной напиток	Типовая порция, г	Содержание чистого алкоголя, г
Столовое вино	100	14
Светлое пиво	350	14
Аперитив	50	11
Шампанское	100	14
Водка	30	15
Виски	35	15
0,1-0,5‰	Отсутствие опьянения	
0,3-1,2‰*	Лёгкая эйфория, разговорчивость, снижение психических барьеров, пониженное внимание, некоторое помутнение сознания, замедление реакции	
0,9-2,5‰	Эмоциональная нестабильность, потеря способности к критическим суждениям, нарушение памяти и восприятия действительности, снижение сенсорной чувствительности, лёгкое расстройство координации движений	
1,8-3,0‰	Спутанность сознания, головокружение, преувеличенные эмоции (гнев, страх, печаль), нарушение зрения, снижение чувствительности к боли, нарушение равновесия, шатающаяся походка, невнятная речь, умеренное расстройство координации движений	
2,7-4,0‰	Апатия, помрачение сознания, ступор, значительное снижение реакции на раздражение, сильное расстройство координации движений, неспособность стоять и идти, рвота, недержание мочи и кала	
3,5-5,0‰	Потеря сознания, частичная или полная потеря рефлексов, сильное отклонение температуры тела от нормы, кома; возможна смерть от остановки дыхания (более 4,5‰)	

*В большинстве штатов США предельная норма содержания алкоголя в крови водителя автомобиля составляет 0,8 или 1 промилле (80 и 100 мг алкоголя на декалитр крови соответственно). В России с весны 2010 года любое количество алкоголя в крови водителя считается нарушением.

Рис. 16-8. Снижение функциональных характеристик организма при употреблении алкоголя.

Психотропные препараты		Диапазон последствий		Развитие привыкания	Продолжительный приём в больших количествах	Симптомы при отмене после продолжительного приёма
		От	До			
Алкоголь	· Пиво · Вино · Крепкие напитки	Расслабленность, снижение психических барьеров и физической чувствительности, расстройство пищеварения, озноб, нарушение координации движений	Потеря владения телом, обмороки (также вызывают травмы), подверженность воспалению лёгких, остановка дыхания	Умеренное	Разрушение печени, язвы, хронический понос, рвота, повреждение мозга, внутренние кровотечения, физическое истощение	Судороги, лихорадочный озноб, галлюцинации, потеря памяти, мышечные спазмы, психозы
Седативные снотворные средства	Барбитураты: · Нембутал · Фенобарбитал · Секонал	Расслабленность, снижение психических барьеров и физической чувствительности, расстройство пищеварения, озноб, нарушение координации движений	Обмороки, потеря владения телом, ступор, сильные нарушения дыхания, возможна смерть (при приёме в сочетании с употреблением алкоголя последствия усиливаются – эффект синергии)	Высокое	Подавление полового влечения, вялость, общее физическое истощение, инфекции, гепатит	
Опиаты	· Опиум · Морфин · Героин · Кодеин · Дилаудид · Перкодан · Дарвон · Метадон	Потеря болевой чувствительности, снижение кровяного давления и частоты дыхания, нарушения менструального цикла, галлюцинации, сонливость	Липкая кожа, судороги, кома, нарушения дыхания, возможна смерть	Высокое	Потеря памяти, спутанность создания, сонливость, изменение личности	Слезящиеся глаза, выделения из носа, сильные боли в спине, желудочные колики, потеря сна, тошнота, понос, потливость, мышечные спазмы
Стимуляторы	· Декседрин · Метамфетамин · Таблетки для похудания · Риталин · Кокаин · Кофеин	Повышение кровяного давления и частоты дыхания, потеря аппетита, высокая активность, расширение и сухость бронхов, возбуждение, бессонница	Параноидальные реакции, временные психозы, раздражительность, судороги, учащённое сердцебиение (при приёме кофеина обычно не наблюдается)	Высокое	Психозы,бессонница, паранойя, разрушение нервной системы (при приёме кофеина обычно не наблюдается)	Сильная депрессия, физическая и психическая (при приёме кофеина обычно не наблюдается)
Галюциногены	· LSD · Мескалин · Псилоцибин · Фенциклидин	Искажения восприятия, галлюцинации, спутанность сознания, рвота	Психозы, галлюцинации, рвота, приступы беспокойства и паники, ступор. При приёме фенциклидина: агрессивное поведение, кататония, судороги, кома, повышение кровяного давления	Высокое	Психозы, продолжительные галлюцинации, распад личности	Периодические галлюцинации, депрессия
Тетрагидроканнабинолы	Марихуана Гашиш	Ощущение покоя, эйфория, повышенный аппетит, изменение психических процессов	Искажение восприятия,приступы беспокойства и паники	Умеренное	Амотивация (потеря интереса к жизни)	Симптомы отсутствуют как таковые, возможно возникновение депрессии

Рис.16-9. Неблагоприятные последствия приёма различных лекарственных препаратов.

с уменьшением способности мозга усваивать этот кислород, представляет собой смертельную комбинацию.

Количество содержащегося в крови алкоголя определяется величиной, называемой «интоксикация». Обычно интоксикация измеряется в процентах общей массы крови. Кодекс федеральных нормативных документов США, раздел 14, часть 91, требует, чтобы уровень алкоголя в крови пилота был менее 0,04%, а между приёмом спиртных напитков и полётом должно пройти не менее 8 часов. Пилот, уровень алкоголя в крови которого спустя 8 часов после употребления спиртного остаётся на уровне 0,04% или выше, должен воздержаться от полёта до тех пор, пока интоксикация не упадёт до допустимого значения. Даже если содержание алкоголя в крови менее 0,04%, подниматься в воздух ранее чем через 8 часов после употребления спиртного категорически запрещается. Хотя кодекс содержит предельно конкретные требования, лучше всего выполнять их с некоторым запасом.

Лекарственные препараты

Приём как рецептурных, так и свободно продающихся лекарств может существенно снизить работоспособность пилота. Разумеется, на неё могут влиять и медицинские показания или заболевания, являющиеся основанием для этого приёма. Многие лекарственные препараты, например, успокоительные, снотворные, сильные болеутоляющие средства и лекарства от кашля имеют первичные эффекты, влияющие на адекватность оценки происходящего, память, внимание, координацию движений, остроту зрения и способность к вычислениям *(рис. 16-9)*. Другие, например, антигистамины, средства для снижения кровяного давления, мышечные релаксанты и лекарства от поноса и воздушной болезни, могут иметь побочные эффекты, влияющие на те же функции организма. Любые препараты, которые подавляют нервную систему, такие, как успокоительные, снотворные и антигистаминные средства, могут усиливать подверженность пилота гипоксии.

Болеутоляющие препараты делятся на две большие категории: анальгетики и анестетики. Анальгетики облегчают боль, в то время как анестетики приглушают её или вызывают потерю сознания.

Свободно продающиеся анальгетики, например, ацетилсалициловая кислота (аспирин), ацетаминофен (тайленол, панадол) и ибупрофен (адвил, нурофен) почти не имеют побочных эффектов, если принимать их в правильной дозировке. Хотя у некоторых людей возникает аллергия на определённые виды анальгетиков либо они страдают от раздражения желудка, приём таких препаратов обычно не приводит к запрету на полёты. Однако, подниматься в воздух всегда запрещается при приёме рецептурных анальгетиков, например, содержащих пропоксифен (дарвон, дарвоцет, вигезиг), оксикодон (перкодан, перкоцет, роксиприн) и кодеин, поскольку эти препараты вызывают такие побочные эффекты, как спутанность сознания, головокружение, головные боли, тошнота и ухудшение зрения.

Анестетики обычно используются во время стоматологических и хирургических процедур. Препараты для местной анестезии, применяющиеся при небольших стоматологических и амбулаторных процедурах, обычно действуют в течение относительно краткого времени. Полётам препятствуют не столько сами анестетики, сколько проводимые с их помощью процедуры и сопутствующие боли.

Стимуляторы (аналептики, антидепрессанты) — это препараты, возбуждающие центральную нервную систему, повышая работоспособность и улучшая самочувствие. Стимуляторами являются, например, амфетамины, кофеин и никотин. Обычно эти препараты применяются для снижения аппетита, снятия усталости и повышения тонуса. Некоторые из стимуляторов могут оказывать возбуждающее действие, даже несмотря на то, что это не является их главной функцией. В некоторых случаях стимуляторы вызывают тревогу и перепады настроения, что крайне опасно во время полёта.

Депрессанты — группа лекарств, которые угнетают центральную нервную систему или подавляют те или иные аспекты её деятельности. Эти препараты снижают кровяное давление, ослабляют работу мозга и замедляют реакцию. Депрессивное (угнетающее) действие на организм могут оказывать несколько типов лекарств, включая транквилизаторы, средства от воздушной болезни, некоторые препараты для лечения расстройств желудка и антигистамины. Самый распространённый пример депрессанта — это алкоголь.

Некоторые препараты, хотя и не относящиеся ни к стимуляторам, ни к депрессантам, могут отрицательно влиять на состояние пилота во время полёта. Например, некоторые антибиотики вызывают такие опасные побочные эффекты, как нарушение равновесия, потеря слуха, тошнота и рвота. И даже если сами антибиотики не представляют опасности в полёте, инфекция, требующая их применения, может быть несовместима с лётной активностью. За исключением случаев, когда это предписано врачом, никогда не следует принимать несколько препаратов одновременно, и тем более, сочетать приём лекарств с употреблением алкоголя. Последствия могут быть непредсказуемыми.

Хорошо известна опасность, которая исходит от запрещённых наркотических средств. Некоторые запрещённые наркотики вызывают галлюцинации, которые могут длиться несколько дней или даже недель после

приёма препарата. Само собой разумеется, что наркотикам нет и не может быть места в авиации.

14 CFR запрещает пилотам исполнять обязанности членов экипажа воздушного судна в период приёма любых лекарственных средств, которые могут создать угрозу безопасности полётов. Пилотам, принимающим те или иные лекарственные препараты, лучше вообще не подниматься в воздух без специального разрешения врачебно-лётной экспертной комиссии. При возникновении сомнений в отношении действия любого лекарства необходимо проконсультироваться с врачом.

Высотная декомпрессионная болезнь (ДКБ)

Декомпрессионная (кессонная) болезнь (ДКБ) — заболевание, вызываемое воздействием низкого барометрического давления, в результате чего инертные газы (прежде всего, азот), растворённые в крови и тканях организма, начинают выделяться в кровь в виде пузырьков. Азот представляет собой инертный газ и в обычных условиях сохраняется в клетках организма в форме физического раствора. Когда человек попадает под воздействие быстро падающего барометрического давления (например, находится в негерметизированном ЛА на большой высоте, или подвергается быстрой декомпрессии), растворённый в тканях и крови азот выделяется из раствора. Столь быстрое выделение азота приводит к формированию пузырьков в различных частях тела, вызывая широкий диапазон проявлений и симптомов.

Наиболее распространённый симптом декомпрессионной болезни — боли в суставах, так называемая внесосудистая форма ДКБ *(рис. 16-10)*.

При возникновении высотной ДКБ необходимо предпринять следующие действия:

- Немедленно надеть кислородную маску и переключить регулятор на 100%-ный кислород.
- Начать экстренное снижение и как можно скорее совершить посадку. Даже если симптомы во время снижения исчезнут, после посадки необходимо обратиться за медицинской помощью, продолжая дышать кислородом.
- Если среди симптомов есть боли в суставах, сохранять затронутые области в неподвижности, не пытаясь «размять» их.
- После приземления обратиться за медицинской

Формы ДКБ	Местоположение пузырьков	Признаки и симптомы (клинические проявления)
Внесосудистая	Главным образом, большие суставы (локти, плечи, бёдра, кисти рук, колени, лодыжки)	• сильные глубокие боли, от незначительных до невыносимых; иногда ноющие, в редких случаях – острые • усиление болей при активных и пассивных движениях суставов • боли возникают на высоте, во время снижения, или много часов спустя
Неврологическая	Головной мозг	• спутанность сознания или потеря памяти • головные боли • слепые пятна на сетчатке глаза (скотома), сужение поля зрения, двоение в глазах (диплопия) или размытость изображения • необъяснимое сильное утомление или изменения в поведении • судороги, головокружение, пространственная дезориентация, тошнота, рвота, потеря сознания
	Спинной мозг	• аномальные ощущения: жжение, острая боль или покалывание в нижней части грудины и спины • симптомы распространяются вверх начиная с ног и могут сопровождаться усиливающимся утомлением или параличом • опоясывающая боль в животе или груди
	Периферический нерв	• недержание мочи и кала • аномальные ощущения: онемение, жжение, острая боль и покалывание (парестезия) • мышечные сокращения или мышечная слабость
Дыхательная	Лёгкие	• жгучая глубокая боль в груди (под грудиной) • усиление боли при дыхании • одышка (диспноэ) • непрекращающийся сухой кашель
Травма кожи	Кожа	• зуд ушей, лица, шеи, рук и верхней части торса • ощущение бегущих по коже «мурашек» • пятнистая или «мраморная» кожа возле ушей, на лице, шее, руках и верхней части торса • отёки и припухлости на коже с возникновением ямки при надавливании

Рис. 16-10. Признаки и симптомы высотной декомпрессионной болезни.

помощью к специалисту ВЛЭК, авиамедицинскому эксперту, военно-авиационному врачу или специалисту по гипобарической медицине.

Следует понимать, что врач, не являющийся специалистом в области авиационной или гипобарической медицины, может быть не знаком с медицинскими проблемами такого рода.

Лечение может потребовать использования компрессионной камеры, управляемой квалифицированным персоналом. Отложенные признаки и симптомы высотной ДКБ могут возникнуть после возвращения на уровень земли даже в том случае, если во время полёта они не проявлялись.

ДКБ после подводного плавания с аквалангом

Во время погружения с аквалангом тело подвергается воздействию повышенного давления, в результате чего дополнительное количество азота растворяется в тканях и крови *(рис. 16-11)*. Снижение атмосферного давления во время полёта может создать определённые физиологические проблемы для аквалангистов. Пилот или пассажир, который намеревается совершить полёт после подводного плавания с аквалангом, должен дать организму время, достаточное для того, чтобы избавиться от избыточного азота. Если этого не сделать, во время полёта даже на небольшой высоте у него могут возникнуть симптомы ДКБ.

Рекомендованное время ожидания перед полётом на высотах более 2,5 км составляет минимум 12 часов после погружения без контролируемого всплытия (без остановки для декомпрессии) и минимум 24 часа после погружения с контролируемым всплытием (с остановкой для декомпрессии). Перед полётом на высотах более 2,5 км время ожидания составляет не менее 24 часов для любого вида подводного плавания. Указанные высоты соответствуют фактической высоте полёта над средним уровнем моря (СУМ), а не высоте давления в герметизированной кабине. Это учитывает риск декомпрессии ЛА во время полёта.

Зрение в полёте

Из всех органов чувств наиболее важными во время полёта являются глаза. Большая часть сенсорной информации, поступающей в мозг пилота, прямо или косвенно обеспечивается зрительной системой. При всём своем совершенстве и огромной важности, зрение человека ограничено такими факторами, как «слепые пятна» и оптические иллюзии. Пилот, знакомый со строением и принципом работы глаза, может более эффективно использовать зрение в полёте, избегая потенциальных ошибок.

Рис. 16-11. Чтобы избежать кессонной болезни, аквалангисты должны воздержаться от полётов в течение определённого времени после погружения.

Глаз функционирует подобно фотокамере. Он включает в себя диафрагму, линзу, механизм фокусировки и поверхность для регистрации изображения. Свет попадает в глаз через роговицу, преломляется в хрусталике и оказывается на сетчатке. Сетчатка глаза состоит из светочувствительных клеток (фоторецепторов), превращающих энергию света в электрические импульсы, которые через зрительный нерв поступают в головной мозг. Интерпретируя эти импульсы, мозг создаёт изображение. Светочувствительные клетки сетчатки бывают двух типов: палочки и колбочки *(рис. 16-12)*.

Колбочки обеспечивают восприятие цветов, от ярких красок вечерней зари до тончайших оттенков живописных полотен. Они располагаются по всей поверхности сетчатки, но в наибольшей степени сосредоточены ближе к центру поля зрения, в её задней части. Там располагается небольшое углубление, называемое центральной ямкой, которое заполнено практически одними колбочками. В этом месте острота зрения (детализация, цветовосприятие и разрешение) максимальна.

В то время как колбочки и их нервные окончания способны воспринимать мельчайшие детали и оттенки при ярком свете, палочки более чувствительны к движению и помогают видеть объекты при слабом освещении (например, ночью). Они не могут различать цвета, зато их светочувствительность гораздо выше, чем у колбочек. Из-за этого при ярком свете палочки теряют способность к восприятию, и им необходимо значительное время, чтобы снова адаптироваться к темноте. В центральной ямке, в центре поля зрения, палочки почти полностью отсутствуют. Поэтому при слабом освещении средняя часть поля зрения не очень восприимчива к свету, но по мере удаления от центра

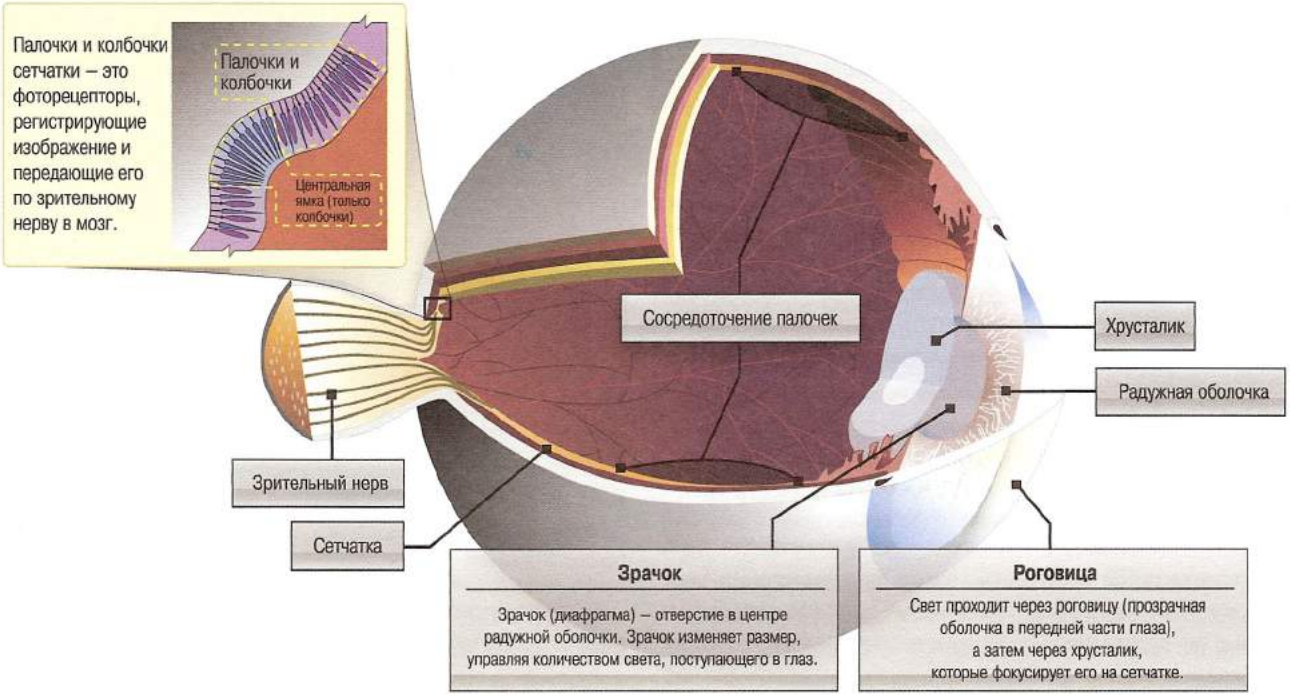


Рис. 16-12. Глаз человека.

сетчатки палочки начинают преобладать, и ночное видение усиливается.

В том месте, где зрительный нерв входит в глазное яблоко, сетчатка не содержит ни колбочек, ни палочек, поэтому изображение в этой её части отсутствует. Эта зона поля зрения называется слепым пятном. Слепые пятна в двух глазах располагаются в различных местах, поэтому при нормальном использовании обоих глаз они незаметны. Наличие слепого пятна хорошо иллюстрируется примером на *рис. 16-13*. Закройте правый глаз и поместите эту страницу на расстоянии вытянутой руки. Сфокусируйте левый глаз на крестике в правой части ветрового стекла и медленно приближайте страницу к себе. Обратите внимание на то, что происходит с изображением самолёта в левой части ветрового стекла.

Миопия пустого поля

Миопия пустого поля обычно возникает во время полёта над облаками и в дымке, когда за пределами ЛА не видно объектов, на которых можно было бы сфокусировать внимание. В таких условиях глаз расслабляется и выбирает наиболее комфортное фокусное расстояние, которое обычно составляет от 3 до 10 метров. В таких случаях авиамедики говорят, что пилот «смотрит и не видит». Подобное состояние очень опасно. Чтобы избежать возникновения миопии пустого поля, необходимо заставлять себя фокусироваться на отдалённых источниках света, какими бы слабыми они ни были.

Ночное зрение

Исследования показали, что после полной адаптации к темноте палочки в десять тысяч раз чувствительнее к свету, чем колбочки. Поэтому именно они, в первую очередь, обеспечивают способность человека «видеть в темноте». Поскольку колбочки сосредоточены, главным образом, в центральной ямке и вокруг неё, палочки также отвечают за периферийное зрение. Из-за концентрации колбочек в центральной ямке, в центре поля зрения возникает ночное слепое пятно. Чтобы ясно видеть тот или иной объект в ночное время, пилот должен задействовать палочки сетчатки своих глаз. Для этого необходимо фокусировать зрение под углом 5-10° от центра рассматриваемого объекта. Опробовать этот метод можно в тёмной комнате со слабым источником света. Когда вы смотрите прямо на источник света, он выглядит очень тусклым или вообще исчезает из виду. Когда вы смотрите несколько в сторону от него, источник виден более ярко и отчётливо.

Этот эффект проиллюстрирован на *рис. 16-14*. Когда вы смотрите прямо на объект, изображение формируется, главным образом, в центральной ямке, что обеспечивает наибольшую детализацию. В ночное время способность видеть объекты в центре поля

Рис. 16-13. Слепое пятно.

зрения снижается, поскольку светочувствительность колбочек относительно невысока. Фокусируя взгляд несколько в стороне от центра объекта, можно избежать ночного слепого пятна. В ночное время, наряду с падением остроты (резкости) зрения и ухудшением цветовосприятия, также снижается глубина пространственного зрения и способность оценивать физические размеры объектов.

Колбочки способны быстро адаптироваться к изменению интенсивности света, в то время как у палочек это занимает гораздо больше времени. Период адаптации необходим, например, когда мы в ясный солнечный день входим с улицы в тёмный зал кинотеатра. Процесс полной адаптации к темноте занимает у палочек около получаса. При этом яркий свет может полностью свести на нет его результаты, и привыкание к темноте начнётся сначала.

Кислородное голодание также способно повлиять на зрение. Острое и ясное зрение (острота зрения 1,0 или 6/6, когда человек видит шестую строку таблицы с расстояния 6 метров) требует интенсивного притока кислорода к мозгу, особенно в ночное время. С увеличением высоты содержание кислорода в воздухе падает, и ночное зрение ослабевает. Физическое утомление может ещё более усугубить ситуацию. Кислородное голодание на фоне утомления — чрезвычайно опасное сочетание. При полёте на высоте более 3,5 км пилот может ощутить реальную потерю элементов визуального поля или расфокусировку зрения. Отсутствующие элементы визуальной картины напоминают «выпадение» пикселей на дисплее, в то время как при расфокусировке изображение становится мутным и размытым.

Если пилот испытывает действие гипоксической гипоксии, для восстановления зрения может оказаться

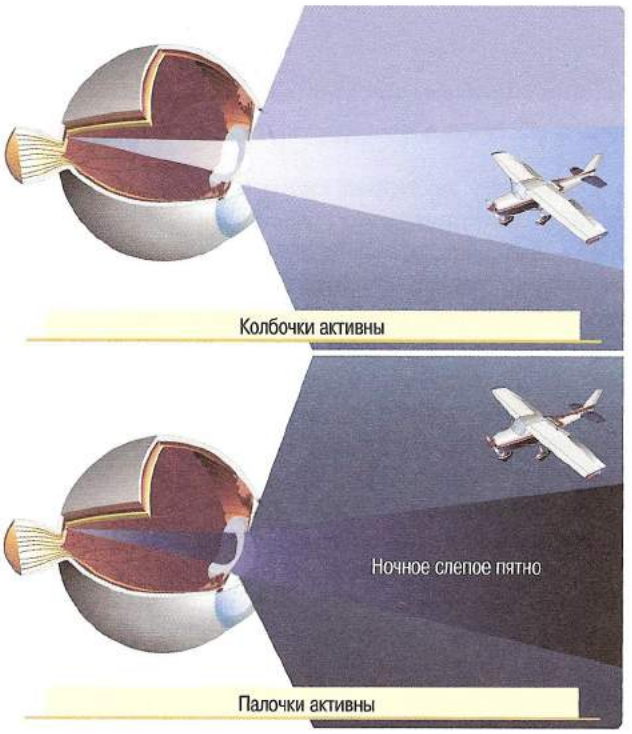


Рис. 16-14. Ночное слепое пятно.

недостаточно простого снижения до меньших значений высоты. Например, после набора высоты с 2,5 до 3,5 км в течение получаса и последующего снижения обратно на уровень 2,5 км острота зрения может не восстановиться. Для возвращения первоначальной силы зрения может потребоваться более часа. Поэтому очень важно помнить, что сочетание значительной высоты с утомлением оказывает существенное воздействие на остроту зрения пилота.

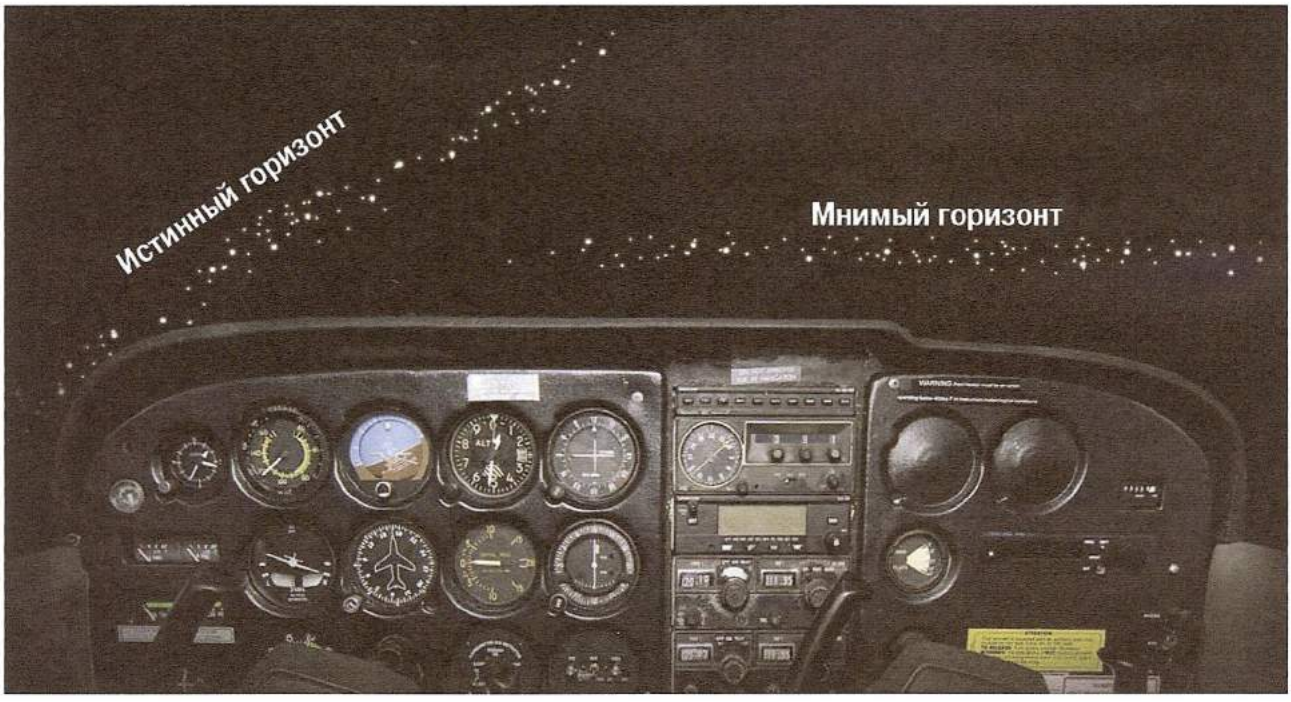


Рис. 16-15. В ночное время горизонт трудно различим из-за темноты и дезориентирующих наземных огней.

Существует несколько способов, позволяющих сохранить адаптацию глаз к темноте. Наиболее очевидный — избегайте яркого света до и во время полёта. За полчаса до ночного полёта старайтесь не смотреть на яркие источники света, например, горящие лампочки, фонари, фары, посадочные огни или проблесковые маячки. Если избежать яркого света невозможно, закройте один глаз, чтобы сохранить его светочувствительность. Тогда вы сможете пользоваться этим глазом после того, как свет погаснет.

Красное освещение кабины также помогает сохранить ночное зрение, но такой свет сильно искажает многие цвета, а красный цвет делает полностью невидимым. Из-за этого при красном свете бывает трудно читать аэронавигационные карты и диаграммы. Способность читать в ночное время можно повысить, если освещать кабину неярким белым светом или направленным в сторону фонариком. Во время ночного полёта сохраняйте яркость освещения кабины и подсветки приборной доски на минимально приемлемом уровне. Это позволит лучше видеть объекты за пределами ЛА. Если зрение мутнеет, более частое моргание может улучшить ситуацию.

На остроту ночного зрения напрямую влияет рацион питания и общее физическое здоровье пилота. Нехватка витаминов А и С приводит к ослаблению ночного зрения. Другими факторами, отрицательно влияющими на способность человека видеть в темноте, являются высокое содержание в воздухе угарного газа, курение, употребление алкоголя, приём некоторых лекарственных препаратов и кислородное голодание.

Иллюзии ночного зрения

Существует множество видов оптических иллюзий, которые обычно возникают в ночное время. Лучший способ избежать таких иллюзий — это помнить об их существовании и предвидеть возможность их появления.

Аутокинез

Аутокинез возникает при длительной (более нескольких секунд) фокусировке зрения на светлой точке, расположенной на тёмном фоне. Спустя некоторое время начинает казаться, что светлая точка движется. Для предотвращения этого эффекта избегайте фокусировать зрение на единственном объекте. Не забывайте, что необходимо чередовать ближнее зрение с дальним.

Ложный горизонт

Эффект ложного горизонта возникает, когда естественный горизонт не виден или скрыт находящимися впереди объектами. Самый частый случай ложного горизонта — когда пилот принимает огни ночного города за звёздное небо или наоборот. Этот эффект может также возникать во время приближения к берегу океана, моря или большого озера. Огни береговой

линии на фоне тёмной воды могут быть приняты за звёзды на небе *(рис. 16-15)*.

Иллюзии ночной посадки

В ходе посадки могут возникать разнообразные визуальные иллюзии. При подходе к зоне аэродрома над лишённой визуальных ориентиров местностью пилоты часто заходят на посадку на меньшей высоте, чем необходимо. Заход на меньшей высоте также может быть вызван любыми визуальными помехами, например, дождём, дымкой или затемнённой ВПП. Яркие огни, наклон рельефа местности и широкая ВПП могут создать иллюзию слишком низкого подхода, что приводит к заходу на посадку на большей высоте, чем необходимо. Расположенные вдоль прямой линии огни (например, освещение шоссе) могут быть приняты за посадочные огни. Иногда пилоты даже принимают за посадочные огни или огни подхода освещённые окна движущегося поезда. Яркие огни подхода или посадочные огни могут создать иллюзию, что ЛА находится слишком близко к ВПП, особенно когда окружающая местность слабо освещена.

Пилотам, осуществляющим полёты в ночное время, рекомендуется пользоваться дополнительными кислородными системами даже на тех высотах и в тех ситуациях, где это напрямую не предписывается нормативными документами, особенно во время полёта в сложных метеоусловиях или при наличии нарушений в состоянии здоровья.

ГЛАВА 17

Принятие аэронавигационных решений

Принятие аэронавигационных решений (ПАР) осуществляется пилотом в уникальных с точки зрения задач и ответственности условиях — в ходе полёта. Под этим понятием подразумевается систематический подход к мыслительному процессу, использующийся пилотом для определения наилучшего образа действий в заданных обстоятельствах. Другими словами, ПАР — это набор действий, которые пилот намеревается предпринять на основе последней поступившей к нему информации.

Важность приобретения навыков ПАР невозможно переоценить. Хотя методы обучения пилотов и конструкция летательных аппаратов постоянно совершенствуются, это не позволяет полностью избежать авиационных происшествий. Несмотря на все технологические новшества, повышающие безопасность полётов, всё новые ошибки вызываются единственным фактором — человеческим. Как известно, более 80% от общего числа авиационных происшествий так или иначе связано с человеческим фактором. Подавляющее большинство этих происшествий происходит во время посадки (24,1%) и взлёта (23,4%) *(рис. 17-1)*.

ПАР представляет собой систематический подход к оценке рисков и управлению стрессовыми ситуациями. Для того, чтобы понять, как осуществляется ПАР, следует разобраться, как на процесс принятия решений влияют субъективные факторы. Важно знать, что причины, заставляющие человека принимать то или иное решение, можно не только понять, но и изменить.

Настоящая глава имеет своей целью помочь пилоту в совершенствовании навыков ПАР в целях снижения риска, связанного с процессом полёта.

История ПАР

В течение последних двадцати пяти лет человеческий фактор, или принятие правильных аэронавигационных решений, рассматривается в качестве важнейшего аспекта обеспечения безопасности

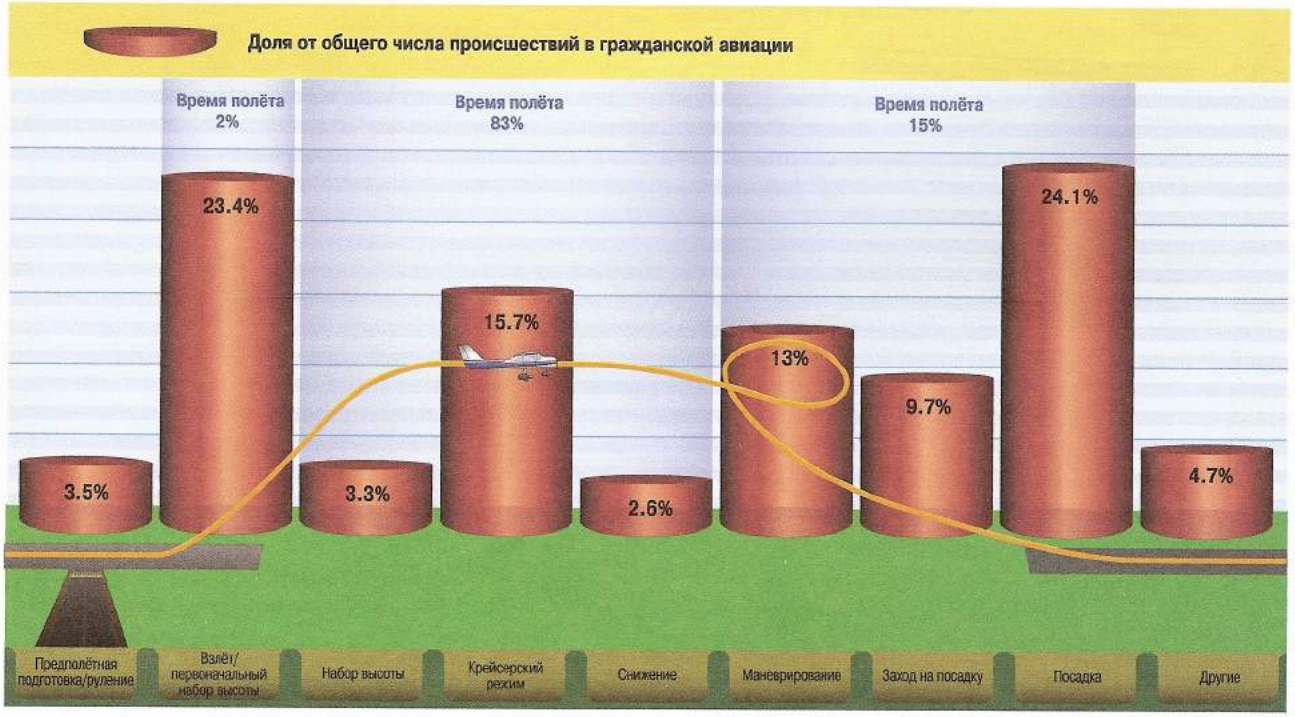


Рис. 17-1. Доли общего количества авиационных происшествий, связанные с различными фазами полёта. Обратите внимание, что большинство происшествий происходит в фазах, занимающих незначительную часть времени полёта.

полётов и предотвращения авиационных происшествий. Стремясь уменьшить число происшествий, вызванных человеческим фактором, авиапроизводители разработали ряд тренировочных программ, нацеленных на совершенствование процесса ПАР. Программа тренингов по управлению ресурсами экипажа (УРЭ) для членов лётных экипажей направлена на выработку навыков по эффективному использованию всех доступных ресурсов — человеческих, аппаратных и информационных — для улучшения взаимодействия между членами экипажа и повышение эффективности ПАР. Принятие оптимальных аэронавигационных решений является целью всего экипажа, и правильное управление ресурсами — один из путей совершенствования процесса ПАР.

Федеральная авиационная администрация США (FAA) разработала несколько тренировочных программ для приобретения навыков ПАР, а также выпустила ряд директивных документов, делающих обучение ПАР неотъемлемой частью учебного процесса подготовки пилотов. Теоретические и экспериментальные исследования в области ПАР привели к публикации в 1987 году шести руководств, описывающих процесс ПАР для пилотов различных классов. Эти руководства имеют своей целью сократить количество авиационных происшествий, связанных с человеческим фактором *(рис. 17-2)*. Эффективность выпущенных FAA материалов была подтверждена многочисленными независимыми исследованиями, в ходе которых студенты лётных школ, наряду с обычными лётными дисциплинами, проходили и тренировку в области ПАР. Как показали исследования, пилоты, обучавшиеся навыкам ПАР, делают меньше лётных ошибок, нежели те, кто такого обучения не проходил. Снижение числа ошибок у прошедших обучение пилотов статистически значимо и составляет от 10 до 50%. 400 тысяч часов ежегодного налёта пилотов, прошедших тренировочные программы по обучению ПАР, показали 54%-ное сокращение числа лётных происшествий. Вопреки распространённому мнению, человек может научиться принимать правильные решения. Мы привыкли считать, что трезвость оценок и разумность суждений являются естественными побочными продуктами жизненного опыта. Тем не менее, по мере увеличения налёта без происшествий совершенствуется и способность пилота принимать правильные решения. Основанный на обычном здравом смысле, процесс ПАР систематизирует мышление пилота, снижая риск человеческой ошибки и повышая вероятность полёта без происшествий. ПАР обеспечивает структурированный,

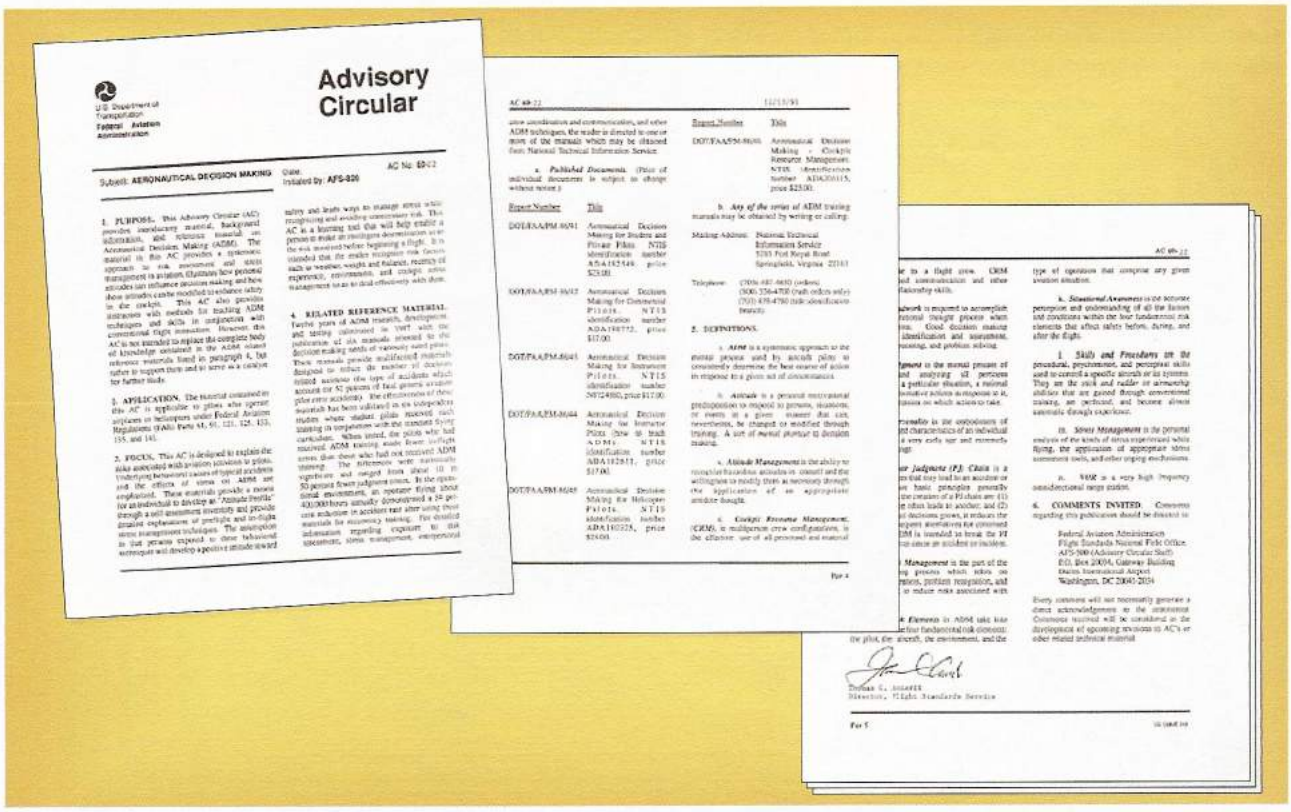


Рис. 17-2. Информационный циркуляр AC 60-22, «Принятие аэронавигационных решений», выпущенный FAA, содержит массу необходимой пилотам информации.

упорядоченный подход к анализу изменений, возникающих во время полёта, и влияния, которое эти изменения могут оказать на лётную безопасность. Процесс ПАР затрагивает все аспекты принятия решений во время полёта и определяет правильную последовательность действий.

Выработка навыков принятия правильных аэронавигационных решений включает в себя следующие необходимые шаги:

1. Определение индивидуальных особенностей, угрожающих безопасности полётов.
2. Обучение техникам модификации поведения.
3. Обучение тому, как распознавать стресс и бороться с ним.
4. Обучение методам оценки рисков.
5. Создание навыка использования всех доступных ресурсов.
6. Оценка уровня подготовки в области ПАР.

Управление рисками является важнейшим компонентом ПАР. Когда пилот использует правильные подходы к принятию решений, связанный с процессом пилотирования риск снижается или даже полностью устраняется. Способность принимать правильные решения основана на опыте (непосредственном или косвенном) и уровне образования человека.

Рассмотрим, в качестве примера, использование ремней безопасности в автомобилях. Всего за два десятилетия использование ремня безопасности стало нормой, а отказ от его использования считается аномалией. Те, кто сегодня использует ремни безопасности, научились этому на непосредственном или косвенном опыте. Например, водитель может узнать о пользе применения ремня безопасности на собственном непосредственном опыте, когда попадает в автомобильную аварию, повлёкшую за собой вред здоровью. Примером косвенного опыта может являться случай с членом семьи или близким другом, который пострадал во время аварии, поскольку не пристегнул ремень безопасности.

В нашей повседневной жизни принятие неверного решения далеко не всегда приводит к трагедии. К сожалению, в авиации поле для ошибки гораздо у же, а её цена — неизмеримо выше. Поскольку ПАР является неотъемлемой частью управления воздушным судном, все пилоты должны владеть навыками ПАР и использовать их в процессе полёта.

Управление ресурсами экипажа (УРЭ) и управление ресурсами единственного пилота

Хотя методики УРЭ разработаны для пилота, работающего в составе экипажа воздушного судна, некоторые из них могут быть использованы и пилотами одноместных ЛА. Ряд принципов УРЭ был успешно применён на одноместных ЛА, что привело к созданию методики управления ресурсами единственного пилота (УРЕП). УРЕП представляет собой теорию и практику управления всеми ресурсами (как находящимися на борту ЛА, так и внешними), используемых пилотом (перед полётом и во время него) с целью успешного завершения полёта. УРЕП включает в себя: ПАР; управление рисками (УР); управление задачами (УЗ); управление автоматическими средствами (УАС); информированность о контролируемом полёте и представление о ландшафте местности, над которой совершается полёт; оценка обстановки (ОО). Пилот, прошедший обучение УРЕП, сохраняет осведомлённость в обстановке, управляя автоматическими средствами, органами управления ЛА и навигационными задачами. Это позволяет пилоту правильно оценивать риски и управлять ими и принимать точные и своевременные решения.

Методики УРЕП помогают пилотам научиться собирать информацию, анализировать её и вырабатывать правильные решения. Хотя полёт координируется единственным человеком, а не лётным экипажем, использование таких ресурсов, как служба управления воздушным движением (УВД) и станция службы обеспечения полётов (ССОП), в значительной степени, воспроизводит принципы УРЭ.

Опасность и риск

ПАР определяется двумя главными факторами — опасностью и риском. Опасность — это реальные (или кажущиеся таковыми) условия, события или обстоятельства, с которыми столкнулся пилот. Встретившись с опасностью, пилот производит её оценку на основе различных факторов. Пилот определяет масштаб потенциального ущерба, который отражает сделанную пилотом оценку опасности — риск.

Иными словами, риск является мерой оценки одиночной или совокупной опасности, возникшей перед пилотом. Различные пилоты, однако, смотрят на опасность по-разному.

Приведём в качестве примера следующую ситуацию. Прибывший на предполётный осмотр пилот обнаруживает небольшую зазубрину в середине передней кромки воздушного винта. Поскольку самолёт находился на лётном поле, зазубрина, скорее всего, вызвана ударом камня или другого объекта, попавшего в завихрение от воздушного винта другого самолёта. Зазубрина представляет собой опасность (возникшее обстоятельство). Риск заключается в возможности образования трещины при вращении повреждённого воздушного винта.

Опытный пилот может счесть этот риск несущественным. Он понимает, что такая зазубрина распределяет нагрузку по достаточно большой площади, что она расположена в наиболее прочной части воздушного винта, и, основываясь на своём опыте, исключает возможность возникновения трещины и связанных с этим значительных проблем. Он не станет отменять полёт. Неопытный пилот может счесть зазубрину фактором высокого риска, поскольку он не может в полной мере оценить её воздействие на работу воздушного винта, а его учили, что повреждение винта влечёт за собой катастрофические последствия. Такая оценка заставит его отменить полёт.

Таким образом, одни и те же факторы воспринимаются различными людьми по-разному, что сильно влияет на принятие ими решений. Это есть так называемый «человеческий фактор», который порой играет более важную роль, чем образование, жизненный опыт, состояние здоровья, физиологические аспекты и т.д.

Другим примером оценки риска может служить трагический полёт гражданского самолёта «Бичкрафт Кинг Эйр», оснащённого противообледенительной и размораживающей системами. Уходя ниже слоя сплошной облачности, пилот сознательно вошёл в зону сильного обледенения. Благоразумный пилот оценил бы риск как высокий и превышающий возможности самолёта, однако этот пилот поступил прямо наоборот.

Почему пилот принял такое решение? Причиной стал его прошлый опыт. Ранее на этом самолёте пилот неоднократно входил в области с аналогичными атмосферными условиями, хотя в тех случаях обледенение прогнозировалось, начиная с высоты 600 м. В этот раз обледенение прогнозировалось от самой поверхности земли. Пилот не усмотрел разницы между предыдущими и текущими погодными условиями, счёл риск незначительным и решил рискнуть. Неправильная оценка рисков в возникшей ситуации повлекла за собой гибель пилота и пассажиров самолёта.

Опасные психологические установки и методы противодействия им

Годность к лётной работе определяется не только физическим состоянием пилота и его опытом. На качество принимаемых пилотом решений самым существенным образом влияют его психологические установки.

Психологическая установка (диспозиция) — это мотивационная предрасположенность тем или иным образом реагировать на людей, ситуации и события. Исследования позволили определить пять опасных психологических установок, которые влияют на способность принимать разумные решения и обеспечивать их выполнение: сопротивление авторитету, импульсивность, чувство неуязвимости, стремление к самоутверждению и пассивность *(рис. 17-3)*.

Опасные психологические установки часто приводят к неправильным решениям. Этому, однако, можно эффективно противодействовать, модифицируя установки так, чтобы они не влияли на трезвую оценку обстановки и качество решений.

Пять опасных психологических установок
Сопротивление авторитету: «Не надо мной командовать». Эта установка характерна для людей, которым не нравится, когда другие говорят им, что нужно делать. В каком-то смысле, их позиция выражается словами: «Мне никто не указ». Они не терпят, чтобы ими командовали, и склонны считать правила, инструкции и методики глупыми или бесполезными. Сказанное не относится к случаям, когда человек уверен, что авторитет или вышестоящее лицо допускает ошибку; в такой ситуации он просто обязан поставить это мнение или распоряжение под вопрос.
Импульсивность: «Если действовать — то быстро». Эта установка характерна для людей, которые часто ощущают потребность в немедленных действиях и решениях. Они не хотят остановиться и подумать о том, что собираются сделать; они не выбирают наилучшее из решений. Они просто делают первое, что приходит им в голову.
Чувство неуязвимости: «Со мной такого не случится». Многие люди ошибочно полагают, что происшествия происходят с другими, но только не с ними. Они знают, что происшествия случаются постоянно и могут затронуть любого человека, – тем не менее, они чувствуют или верят, что с ними не может случиться ничего плохого. Пилоты с такой установкой реже обращают внимание на опасность и чаще рискуют.
Стремление к самоутверждению: «Я смогу!» Пилоты часто пытаются доказать окружающим, что они лучше остальных. Их установку можно выразить следующим образом: «Я смогу это сделать – я им докажу!» Такие пилоты идут на риск, чтобы впечатлить других или завоевать уважение окружающих. Считается, что подобное поведение более характерно для мужчин; на самом же деле, женщины в равной степени подвержены воздействию этой установки.
Пассивность: «Какой смысл?» Пилоты, которые думают: «Какой смысл?» или «Что толку?», не верят, что способны как-то изменить происходящее с ними. Когда всё идёт хорошо, пилот полагает, что ему просто повезло. Когда случается нечто плохое, пилот надеется, что кто-то другой придёт и поможет ему, либо сетует на своё невезение. Такие люди всегда перекладывают бремя решений и действий на окружающих. Иногда они даже подчиняются заведомо неразумным приказам просто потому, что не хотят «обижать» других.

Рис. 17-3. Пять наиболее опасных психологических установок.

Первый шаг к нейтрализации опасных установок состоит в их обнаружении. Обнаружив установку, в которой он видит угрозу, пилот должен идентифицировать её как опасную, после чего выбрать соответствующее противодействие. Противодействия каждой из опасных установок должны оставаться в памяти, чтобы автоматически вспоминать о них всякий раз, как это будет необходимо.

Риск

Во время любого полёта пилот одноместного самолёта принимает множество решений — зачастую, в опасных условиях. В каждом случае пилоту необходимо оценить степень риска и определить образ действий, который позволит снизить риск до минимума.

Оценка риска

Для пилота одноместного ЛА оценка риска представляет более сложную задачу, чем кажется. При принятии решения пилоту приходится самостоятельно оценивать качество собственных решений. Если утомлённого пилота, находящегося в воздухе шестнадцать часов, спросить, не слишком ли он устал, чтобы продолжать полёт, весьма вероятно, что будет получен отрицательный ответ. В большинстве своём пилоты нацелены на результат и при получении полётного задания склонны забывать о личных ограничениях, одновременно преувеличивая значение факторов, не имеющих прямого отношения к поставленной задаче.

Например, пилоты вертолётов экстренной медицинской помощи при принятии решения зачастую руководствуются, прежде всего, самочувствием пациента. При этом они преувеличивают значение второстепенных факторов (самочувствие пациента, в данном случае, является именно таким фактором) и в то же время не учитывают реальные опасности, например, собственное утомление или неблагоприятные погодные условия. Пилот одноместного ЛА, не имеющий возможности узнать мнение других членов экипажа, должен сопротивляться собственному стремлению поддаться влиянию второстепенных факторов и пренебречь реальной опасностью. В этом смысле он более уязвим, чем экипаж из нескольких человек.

Сводки Национального комитета безопасности на транспорте США и другие отчёты об авиационных происшествиях могут помочь пилоту научиться более эффективно оценивать риски. Например, уровень аварийности ночных полётов в простых метеоусловиях (ПМУ) снижается почти вдвое, как только налёт пилота достигает 100 часов, и продолжает снижаться, пока налёт не достигнет 1000 часов. На основании этих данных можно рекомендовать пилотам с налётом менее 500 часов при выполнении полётов в ПМУ установить для себя более жёсткие личные ограничения, чем это предписывают нормативные документы, и, если это возможно, использовать навыки полётов по ППП, даже если метеоусловия позволяют полёт по ПВП.

Существует несколько моделей оценки рисков. Хотя подходы, используемые в этих моделях, несколько различаются, все они имеют единую цель — оценить риски с максимальной степенью объективности. Ниже приводится описание двух моделей оценки рисков.

Наиболее простой инструмент — матрица рисков *(рис. 17-4)*. Она оценивает два фактора: вероятность события и степень серьёзности его последствий.

Матрица оценки рисков				
Вероятность возникновения	**Уровень опасности**			
	Катастрофический	Критический	Допустимый	Незначительный
Вероятно	Высокий	Высокий	Серьёзный	
Эпизодически	Высокий	Серьёзный		
Маловероятно	Серьёзный	Умеренный	Умеренный	Низкий
Невероятно				

Рис. 17-4. Настоящая матрица рисков соотносит вероятность и уровень опасности и может использоваться практически для любого вида деятельности. В приведённом ниже примере пилот оценил вероятность события как «эпизодическую», а уровень опасности – как «катастрофический». Как можно видеть, в этом случае риск оценивается как «высокий».

Вероятность события

В матрице рисков используются четыре уровня вероятности того, что определённое событие произойдёт. Событие может оцениваться как вероятное, эпизодическое, маловероятное или невероятное. К примеру, пилот выполняет полёт из пункта А в пункт В (расстояние 100 км) в минимально допустимых ПМУ. Первый вопрос, на который пилоту необходимо ответить — это вероятность попадания в область сложных метеоусловий (СМУ). Основываясь на прогнозе погоды, а также на опыте других пилотов, пилот определил вероятность встречи со СМУ как «эпизодическую».

Пояснения к степеням вероятности события:

- вероятное — событие может произойти, причём неоднократно;
- эпизодическое — событие, скорее всего, рано или поздно произойдёт;
- маловероятное — событие, скорее всего, не произойдёт, но всё же это возможно;
- невероятное — вероятность того, что событие произойдёт, крайне мала.

Уровень опасности

Следующий параметр, который нужно определить — это уровень опасности (степень серьёзности последствий действий пилота). Это может касаться как ущерба для здоровья, так и материального ущерба, либо и того, и другого в сочетании. Если пилот из нашего примера не сертифицирован для полётов по ППП, каковы последствия его попадания в область СМУ? В данном случае, поскольку пилот не имеет навыков полётов ППП, последствия будут катастрофическими.

Пояснения к значениям уровней опасности для данного случая:

- катастрофический — смертный исход, полная потеря ЛА;
- критический — тяжкие увечья, серьёзное повреждение ЛА;
- допустимый — небольшие увечья, умеренное повреждение ЛА;
- незначительный — несущественные телесные повреждения, несущественные повреждения ЛА.

Сопоставив значения факторов в матрице оценки рисков на *рис. 17-4*, получаем, что риск является высоким. Следовательно, пилот должен либо вообще отказаться от намерения лететь, либо найти способы снизить, устранить или контролировать риск.

Матрица на *рис. 17-4* обеспечивает упрощённую оценку типовой ситуации. Существуют более комплексные программы, созданные специально для пилотов *(рис. 17-5)*. Эта программа включает в себя более широкий круг вопросов, позволяющих оценить состояние здоровье пилота, уровень его утомления, погодные условия и т.д. Различным вариантам ответа соответствуют определённые числа, которые суммируются. Итоговое значение указывает на уровень риска, соответствующий тем или иным обстоятельствам.

Снижение риска

Одной оценки риска недостаточно. Определив уровень риска, пилот должен найти способы его снижения. Предположим, пилоту необходимо выполнить полёт из пункта А в пункт В (расстояние 100 км) в минимально допустимых ПМУ. В таком случае, у него есть несколько способов снизить риск:

- подождать, когда погодные условия улучшатся до обычных ПМУ;
- обратиться к пилоту, сертифицированному для полётов в СМУ;
- отложить полёт;
- отменить полёт;
- поехать на автомобиле.

Одна из лучших методик, с помощью которых пилоты одноместных ЛА могут снизить риск, — это использование так называемого опросника IMSAFE (мнемоническая аббревиатура, составленная из первых букв содержащихся в нём вопросов). Опросник позволяет оценить физическую и психическую готовность пилота к полёту.

1. I — болезнь (Illness): болен ли я? Болезненное состояние пилота создаёт значительный риск во время полёта.
2. M — лекарства (Medication): принимаю ли я какие-либо лекарства, которые могут вызвать сонливость или повлиять на мои решения?
3. S — стресс (Stress): ощущаю ли я психологическое напряжение? Нет ли у меня проблем со здоровьем, финансовых затруднений или сложностей в семье? Стресс может существенно снизить концентрацию и работоспособность человека. Однако, среди медицинских факторов, которые, согласно нормативным документам, требуют от пилота оставаться на земле, стресс не фигурирует. Пилот должен сам оценить, насколько испытываемый им стресс способен повлиять на его пригодность к лётной деятельности.
4. A — алкоголь (Alcohol): употреблял ли я спиртное последние 8 часов? Последние 24 часа? Повлиять на способность пилота управлять ЛА могут всего 30 грамм водки, одна бутылка пива или 120 грамм вина. Алкоголь также увеличивает подверженность пилота кислородному голоданию и потере пространственной ориентации.
5. F — утомление (Fatique): утомлён ли я? Имел ли возможность отдохнуть? Утомление пилотов остаётся одной из главных угроз для безопасности полётов. Пилоты часто пренебрегают утомлением, обращая на него внимание только после того, как серьёзные ошибки уже допущены.
6. E — еда (Eating): имел ли я возможность поесть надлежащей пищи в достаточном количестве, чтобы мне хватило запаса энергии на полёт?

Вопросник PAVE

Другой путь к снижению риска — это правильное восприятие опасности. Вопросник PAVE, использующийся при предполётном планировании, позволяет разделить риски на четыре категории: командир воздушного судна (КВС) (Pilot-in-command), летательный аппарат (ЛА) (Aircraft), условия полёта (enViroment) и давление извне (External pressures).

Пользуясь таким опросником, пилот с лёгкостью запоминает названия категорий и определяет степень риска в каждой из них. Как только пилот оценил полётные

Оценка рисков				
Имя пилота_____		Полёт из_____ в_____		
Сон		**Как проходит день?**		
1. Спал плохо или менее 8 часов	2	1. «Всё валится из рук»: опаздываю, делаю ошибки, сбиваюсь с ритма		3
2. Спал хорошо	0	2. Отличный день		0
Как себя чувствуете?		**Предстоящий полёт...**		
1. Простужен или другое заболевание	4	1. Дневной		1
2. Чувствую себя отлично	0	2. Ночной		3
3. Лёгкое недомогание	2			
Погода в месте прибытия		**Планирование**		
1. Видимость более 8 км, потолок более 900 м	1	1. Необходимо срочно взлетать		3
2. Видимость не менее 5 км, потолок не менее 300 м	3	2. Спешки нет		1
3. Сложные метеоусловия	4	3. При планировании использовались диаграммы и компьютер		0
Сумма столбца		4. Планирование производилось с помощью компьютерной программы	да	3
			нет	0
		5. Вы проверили вес и центровку?	да	0
			нет	3
		6. Вы провели оценку лётных характеристик?	да	0
			нет	3
		7. Вы провели инструктаж пассажиров на земле и в полёте?	да	0
			нет	2
		Сумма столбца		
		Общая сумма		

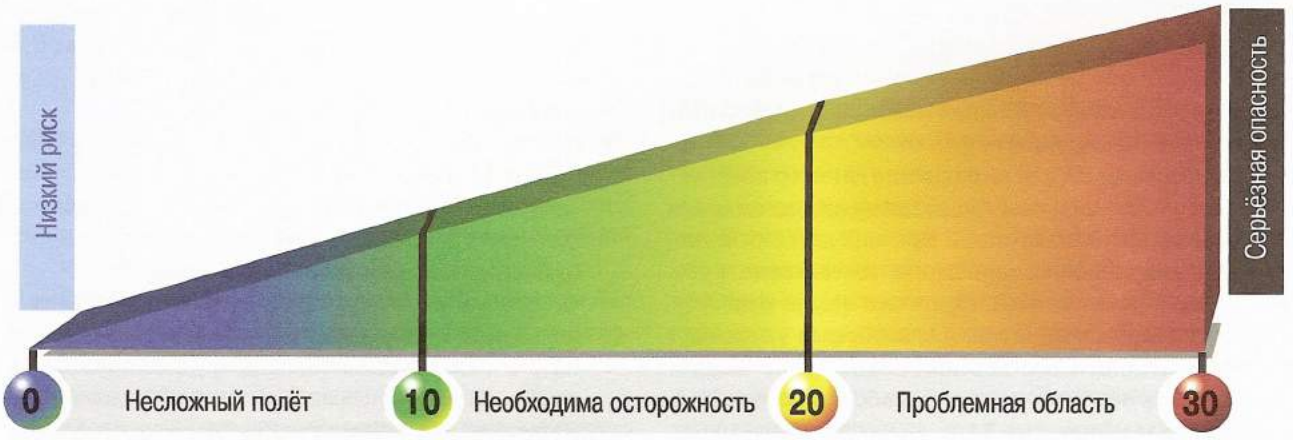


Рис. 17-5. Пример более детализированной программы оценки рисков.

риски, ему необходимо решить, сможет ли он успешно и безопасно управлять каждым из рисков в отдельности или их сочетанием. Если он сочтёт, что эффективное управление рисками невозможно, нужно отменить полёт. Если пилот принимает решение осуществить полёт, он должен разработать стратегию для снижения рисков. Один из способов контроля рисков — установить персональные минимумы для рисков каждой категории. Эти пределы определяются индивидуальным уровнем подготовки и опыта конкретного пилота.

Например, ЛА может выдерживать максимальную боковую составляющую ветра в 15 узлов (как указано в руководстве по лётной эксплуатации), но опыт пилота ограничивается полётами при боковой составляющей не более 10 узлов. Следовательно, этому пилоту небезопасно подниматься в воздух при боковой составляющей более 10 узлов, не пройдя дополнительное обучение. Таким образом, уровень опыта полётов при боковой составляющей 10 узлов является персональным ограничением данного пилота до тех пор, пока под руководством сертифицированного лётчика-инструктора он не получит дополнительные навыки, позволяющие ему летать при более сильном боковом ветре.

Чрезвычайно важно понимать разницу между тем, что «разрешено» в смысле допустимости согласно нормативным документом, и тем, что «разумно» или «безопасно» в зависимости от опыта и уровня подготовки конкретного пилота.

P – pilot-in-command (командир воздушного судна, КВС)

Во время полёта пилот представляет собой один из факторов риска. Пилот обязан спросить себя: «Готов ли я к этому полёту?» и ответить на этот вопрос, учитывая свой опыт, налёт, регулярность выполнения полётов, физическое и эмоциональное состояние. Рекомендуется пользоваться опросником IMSAFE.

A – aircraft (летательный аппарат, ЛА)

Какие ограничения на данный полёт накладывает ЛА? Задайте себе следующие вопросы:

- Пригоден ли ЛА для выполнения данного полёта?
- Хорошо ли я знаком с ЛА, обладаю ли достаточным опытом его эксплуатации? При определении лётно-технических характеристик и составлении руководства по лётной эксплуатации всегда используются совершенно новые ЛА, которыми управляют профессиональные лётчики-испытатели. Следует помнить об этом при оценке собственного состояния и характеристик ЛА.
- Надлежащим ли образом оборудован ЛА для данного полёта? Бортовые приборы? Световое оборудование? Навигационное и коммуникационное оборудование?
- Возможно ли на данном ЛА обеспечить достаточную безопасность при взлёте с имеющейся ВПП в текущих погодных условиях?
- Достаточна ли его грузоподъёмность для предполагаемой нагрузки?
- Может ли ЛА эксплуатироваться на высотах, намеченных для полёта?
- Достаточна ли ёмкость его топливных баков, чтобы обеспечить необходимую дальность полёта с установленным нормативами резервным запасом?
- Соответствует ли количество загруженного топлива расчётному?

V – enViroment (условия полёта)

Погода

Из всех условий полёта погода — наиболее важный. Ранее была высказана рекомендация пилотам установить собственный персональный минимум, особенно когда дело касается погоды. Оценивая погодные условия полёта, пилот должен ответить на эти вопросы:

- Каковы текущие значения потолка и видимости? Если полёт будет проходить над горной местностью, минимумы потолка и видимости должны быть увеличены, особенно если пилот не знаком с рельефом местности.
- Что будет, если погодные условия окажутся отличными от прогнозируемых? Необходимо иметь альтернативные планы полёта и быть готовым к изменению маршрута, если погода внезапно изменится.
- Каковы характеристика ветров в районе аэродрома вылета и сила боковой составляющей?
- При полёте над горной местностью нужно учесть возможное наличие верховых ветров. Сильные ветры в горной местности могут вызывать интенсивные турбулентности и нисходящие потоки, представляя серьёзную опасность для ЛА даже при благоприятных в целом погодных условиях.
- Ожидаются ли грозы?
- Если имеется облачность, есть ли опасность обледенения, текущая или прогнозируемая? Каков разброс значений температуры/точки росы и текущая температура на высоте? На всех ли участках маршрута возможно безопасное снижение?
- Если возникнет угроза обледенения, достаточно ли хорошо пилот знаком с противообледенительным и размораживающим оборудованием ЛА? В каком состоянии находится это оборудование и насколько оно работоспособно? Разрешена эксплуатация данного ЛА в условиях обледенения, и если да, то в каких именно?

Местность

Оценка рельефа местности является ещё одним важным этапом анализа условий полёта.

- Чтобы избежать столкновений с препятствиями на местности, особенно в ночное время или при низкой видимости, определите безопасную высоту полёта заранее, используя значения, указанные в таблицах для ПМУ и СМУ.
- Для минимизации вероятности столкновений используйте данные наибольших высотных отметок и другую аналогичную информацию.

Аэродром

- Каким именно светосигнальным оборудованием оснащён аэродром назначения и запасные аэродромы?
- Оборудованы ли эти аэродромы системой визуальной индикации глиссады (СВИГ), указателем траектории точного захода на посадку (УТТЗП), инструментальной системой посадки (ILS) или иными системами наведения по глиссаде? Функционируют ли они? Должен ли пилот активировать светосигнальное оборудование аэродрома по радио?
- Для получения информации о закрытых ВПП или аэродромах обратитесь к извещениям пилотам (НОТАМам). Особое внимание следует обратить на неработающие посадочные или сигнальные огни, командно-диспетчерские пункты и т.д.
- Выбор маршрута полёта — очень ответственная задача. В случае отказа двигателя наличие близлежащих аэродромов приобретает исключительное значение.
- Не является ли зона приземления аэродрома назначения или запасных аэродромов укороченной или окружённой препятствиями?

Воздушное пространство

- Если маршрут полёта проходит над удалёнными и/или ненаселёнными областями, имеется ли на борту ЛА соответствующая экипировка, провизия и аварийно-спасательное оборудование на случай вынужденной посадки?
- Если маршрут проходит над водной поверхностью или ненаселёнными территориями с возможностью потери визуальных ориентиров горизонта, готов ли пилот к полёту по ППП?
- Убедитесь, что на всём протяжении маршрута не действуют никакие временные полётные ограничения.

Полёт в ночное время

К ночному полёту следует отнестись с особым вниманием.

- Если полётное задание предполагает полёт в ночное время над водной поверхностью или ненаселёнными территориями с возможностью потери визуальных ориентиров горизонта, пилот должен быть готов к полёту по ППП.
- Позволяют ли условия полёта совершить аварийную посадку в ночное время?
- Проведите предполётный осмотр всех бортовых аэронавигационных огней с целью проверки их готовности к ночному полёту. Имейте с собой как минимум два карманных фонаря: один для внешнего осмотра, другой — поменьше и с изменяемой яркостью.

E – external pressures (давление извне)

Давление извне — это влияние факторов, внешних по отношению к полёту, которые могут создать у пилота ощущение психологического принуждения к выполнению полёта — часто ценой дополнительного риска. Давление извне на пилота могут оказывать следующие факторы:

- Информация о том, что его ожидают в пункте прибытия.
- Нежелание разочаровывать кого-либо из пассажиров.
- Стремление продемонстрировать свою квалификацию.
- Стремление произвести впечатление на кого-либо.
- Желание любой ценой выполнить поставленную перед самим собой задачу (одержимость, «кровь из носу», готовность идти напролом)
- Общая нацеленность пилотов на выполнение поставленной задачи.
- Эмоциональное давление, вызванное опасением, что квалификация и мастерство пилота могут оказаться ниже, чем он того хотел бы. Гордость способна стать мощнейшим внешним фактором!

Управление давлением извне

Управление давлением извне — наиболее важная часть процесса управления рисками, поскольку факторы этой категории рисков могут заставить пилота игнорировать факторы всех других категории. Внешние факторы создают на пилота воздействие, требующее выполнения сложных и ответственных действий в ограниченные сроки, и являются причиной большинства авиационных происшествий.

Опросник PAVE
Пилот
Пилот должен постоянно принимать решения, основывающиеся на его квалификации, состоянии здоровья, психическом и эмоциональном состоянии, степени утомления и многих других переменных. Предположим, пилота вызывают рано утром для выполнения длительного полёта. Если пилот спал всего несколько часов и ощущает симптомы начинающейся простуды, будет разумно усомниться в том, что безопасность полёта может быть обеспечена в полной мере. Пилоту удалось поспать всего четыре часа, когда позвонил его начальник с просьбой выполнить полёт в город, находящийся на расстоянии 1200 км. Согласно прогнозу погоды, метеоусловия являются неблагоприятными, а их улучшение маловероятно. Оценив собственное состояние, пилот принял решение отказаться от выполнения полёта. Начальник выразил недовольство, но пилоту удалось убедить его, что связанные с полётом риски являются неприемлемыми.
Условия полёта
Сюда входит множество факторов, не связанных с пилотом и ЛА, например, погода, обеспечение безопасности полётов, навигационные средства и оборудование, рельеф местности, зоны взлёта и посадки и окружающие их препятствия. Погода является фактором, который может кардинально меняться с течением времени и по мере продвижения по маршруту. Пилот лёгкого самолёта заходил на посадку сразу после того, как с параллельной ВПП произвёл взлёт тяжёлый авиалайнер. Пилот предположил, что турбулентность спутного следа не вызовет проблем, поскольку ранее он уже совершал посадки в подобных обстоятельствах. Сочетание господствующих ветров и турбулентности спутного следа после взлёта тяжёлого авиалайнера привело к тому, что самолёт совершил жёсткую посадку. Пилот допустил ошибку при оценке условий посадки.
Летательный аппарат
Принимаемые пилотом решения часто основываются на оценке параметров ЛА, например, его лётно-технических характеристик, бортового оборудования и полётопригодности. Во время предполётного осмотра пилот заметил небольшую утечку масла в нижней части капота. Хотя количество вытекающего масла было незначительным, пилот принял решение отложить взлёт и предложил механику установить причины утечки. Правильность принятого пилотом решения подтвердилась, когда механик обнаружил, что утечка вызвана трещиной в шланговом фиттинге масляного радиатора.
Давление извне
Взаимодействие между пилотом, ЛА и окружающей средой в значительной степени определяется целью полёта. Рассмотрев факторы трёх предыдущих категорий, пилот должен принять решение о возможности выполнения или продолжения пилота. Разумно поинтересоваться: какова причина полёта? Насколько критично точное соблюдение расписания? Оправданы ли связанные с полётом риски? В ходе перегона нового самолёта с завода, в неблагоприятных погодных условиях, пилот определил путевую скорость и подсчитал, что к моменту прибытию в пункт назначения топлива в баках останется всего на 10 минут полёта. Пилот принял решение продолжить выполнение графика полёта и попытаться «растянуть» остаток топлива вместо того, чтобы совершить посадку для дозаправки. Совершив посадку практически с нулевым запасом топлива, пилот понял, что принятое им решение в ухудшающихся погодных условиях могло с лёгкостью привести к аварийной посадке. Не было никакой необходимости идти на подобный риск.

Рис. 17-6. Опросник PAVE.

Одним из методов управления давлением извне является использование стандартных операционных процедур (СОП). Цель этих процедур — снизить влияние на пилота внешних факторов. Некоторые из стандартных операционных процедур:

- Предусмотреть время для дополнительной остановки с целью дозаправки горючим или для аварийной посадки при неблагоприятных погодных условиях.
- Предусмотреть возможность прибытия с опозданием или принять меры к тому, чтобы задание было выполнено иным способом (например, заказать вспомогательный рейс).
- В особых случаях — запланировать вылет таким образом, чтобы прибыть в пункт назначения вовремя вне зависимости от непредвиденных ситуаций.
- Сообщить лицам, ожидающим в пункте назначения, что прибытие может быть задержано. Предусмотреть способ заблаговременно известить их о задержке.
- Управлять ожиданиями пассажиров. Сообщить пассажирам, что прибытие точно по расписанию может оказаться невозможным, и им необходимо заранее подготовиться к этому.
- Исключить подсознательное стремление вернуться домой (даже в случае кратковременного полёта): всегда иметь при себе небольшую сумку с набором принимаемых лекарств, раствором для контактных линз, туалетными принадлежностями и другими предметами первой необходимости.

Ключ к управлению давлением извне лежит в изначальной готовности к задержкам. Помните, что путешествия на авиа- и автомобильном транспорте сопряжены с неизбежными задержками. Задача пилота — управлять рисками, а не создавать опасности *(рис. 17-6)*.

Человеческое поведение

Учёные достаточно давно пытаются определить степень изначальной предрасположенности человека к риску и долю человеческого фактора в причинах различных катастроф. В 1951 году Элизабет Мечем Фуллер и Хелен Баун из Университета Миннесоты, США, опубликовали результаты исследования в области детского травматизма, в котором принимали участие две отдельные группы учеников второго класса начальной школы. Пятьдесят пять учеников неоднократно

становились участниками несчастных случаев, а с сорока восемью это не происходило ни разу. Дети из обеих групп учились в одной школе, и их семьи имели сходные демографические характеристики.

Ученики из группы без несчастных случаев демонстрировали отличное знание правил безопасности, оценивались как трудолюбивые и дружелюбные, но не имели особенных склонностей к физической активности. Ученики из группы неоднократных несчастных случаев были лучше развиты физически, оценивались как агрессивные и импульсивные, проявляли непослушание под влиянием стресса, плохо переносили проигрыши и любили оказываться в центре внимания. Если предположить, что предрасположенность взрослого человека к несчастным случаям проистекает из его детского опыта и окружения, можно сделать вывод, что пилотов следует отбирать из той группы детей, которая выказывала знание правил безопасности, трудолюбие и доброжелательность к окружающим.

Очевидно, что это заключение не только неверно, — такое попросту недостижимо. Пилотами становятся представители разных групп населения, с совершенно разными индивидуальными особенностями. Поэтому крайне важно, чтобы все пилоты прошли обучение методикам принятия правильных решений.

Исторически, понятие «ошибка пилота» использовалось для описания авиационного происшествия, прямой или косвенной причиной которого стало решение или действие пилота. Под это определение подпадают также случаи, когда правильное решение не было принято, а необходимое действие — не совершено. В более широком смысле, эти происшествия обозначаются термином «человеческий фактор». Единственное решение или действие не приводит к происшествию, но серия решений и вытекающих из них действий в совокупности создают цепь событий, ведущую к неблагоприятному исходу.

В статье «Невезучие пилоты» (журнал Aviation Week, 25 августа 2006 года) Патрик Вейлетт наглядно продемонстрировал, что причиной авиационных происшествий чаще всего становится не одно плохое решение, а цепь плохих решений. «Героем» статьи стал знакомый автора, обозначенный как «капитан X» («Captain Everyman»), пилот лёгкого самолёта «Бичкрафт 58P Бэрон», раз за разом попадавший в аварийные ситуации.

Однажды, совершая полёт в качестве инструктора с пилотом-курсантом, он отключил звуковой сигнал, подающийся автоматически всякий раз, как ручка газа переводилась в режим малого газа. При заходе на посадку капитан X забыл, что сигнал выключен, и не передвинул рычаг выпуска шасси, что привело к аварийной посадке с убранным шасси.

Позже, выполняя руление перед взлётом и отвлёкшись на переговоры с диспетчером, он не завершил проверку системы кольцевания топливных баков и оставил кран правого топливного бака в положении кольцевания. Вскоре после взлёта пилот заметил тенденцию к правому крену и компенсировал её с помощью элерона. Он не осознавал, что оба двигателя самолёта работают на топливе, поступающем из левого крыльевого бака, что вело к постепенному облегчению крыла. После двух часов полёта, когда самолёт находился над глубоким каньоном, правый двигатель внезапно заглох. Пока пилот пытался установить причину отказа правого двигателя, заглох и левый. Капитан X совершил аварийную посадку на песчаный берег реки, но не смог удержать самолёт на берегу, и тот затонул на глубине трёх метров.

Несколько лет спустя капитан X пилотировал лёгкий транспортный самолёт «Де-Хэвиленд Твин Оттер», доставляя груз в отдалённый пункт. По возвращению на базу, во время посадки, самолёт резко свернул влево, выехал за пределы ВПП и оказался в болоте на расстоянии 115 метров от неё. Планер самолёта и двигатели получили сильные повреждения. Осматривая самолёт, дознаватели обнаружили, что рукоятка управления носового колеса находится в положении полного отклонения. Согласно инструкции, после взлёта и перед посадкой она должна быть установлена в нейтральное положение. Капитан X упустил это из виду.

Итак, кто такой капитан X: пилот, предрасположенный к происшествиям, или просто невезучий человек? Неполное выполнение всех пунктов инструкции — типичная причина авиационных происшествий. В то время как подобные ошибки совершает практически любой пилот, они, как правило, не приводят к авариям благодаря дополнительным мерам предосторожности, совершенству систем предупреждения, внимательности второго пилота или просто удаче.

Что делает пилота менее предрасположенным к происшествиям? Успешный пилот обладает способностью концентрироваться, распределять рабочую нагрузку, отслеживать и выполнять несколько действий одновременно. В последнее время разработано несколько методик психологического тестирования, которые позволяют определить способность пилотов к многозадачности и оценивают не только точность выполнения действий, но и способность человека удерживать внимание на нескольких предметах одновременно. Под эгидой Федеральной авиационной администрации США было проведено расширенное исследование, имеющее целью выявить сходства и различия в психологических характеристиках пилотов, предрасположенных и не предрасположенных к происшествиям. Были опрошены более четырёх тысяч пилотов, половина из

которых имеет «чистый» послужной список, а остальные в разное время становились участниками авиационных происшествий.

Пилоты, предрасположенные к происшествиям, имеют пять общих особенностей. Эти пилоты:

- часто пренебрегают правилами;
- демонстрируют очень высокий уровень корреляции между авиационными происшествиями, занесёнными в их личные карточки пилотов, и нарушениями правил дорожного движения, отмеченными в их водительских правах;
- по характеру часто бывают «искателями приключений»;
- являются скорее импульсивными, нежели методичными и дисциплинированными, как при сборе информации, так и при принятии решений;
- пренебрежительно относятся или вообще не используют внешние источники информации, включая вторых пилотов, бортпроводников, сотрудников служб обеспечения полётов и диспетчеров службы УВД.

Процесс принятия решения

Понимание методики процесса принятия решений создаёт основу для развития у пилота навыков ПАР и УРЕП. Хотя некоторые ситуации, например, отказ двигателя, требуют немедленных действий в соответствии с установленными инструкцией процедурами, обычно во время полёта у пилота есть время проанализировать текущее положение, собрать информацию и оценить риски, и только после этого принимать решение.

Управление рисками и предотвращение рисков являются гораздо более широкими понятиями, чем следует из их буквального значения. Управление рисками и предотвращение рисков — это методики принятия решений, разработанные с целью систематического предотвращения опасностей, оценки степени риска и определения наилучшего образа действий. Такие методики включают в себя следующие шаги: идентификация опасности, оценка риска, анализ возможности его контролировать, принятие решения, выполнение действий по контролю риска и мониторинг результатов.

Шаги, ведущие к принятию решения, и составляют процесс принятия решения. Существует пять моделей структурированного подхода к решению задач и принятию решений: «5Р», «3Р», «3Р, CARE и TEAM», «OODA» и «DECIDE». Они позволяют систематизировать процесс принятия решений. Опыт показывает, что использование этих моделей в значительной степени помогает пилотам одноместных самолётов при принятии критических решений.

УРЕП и 5Р

УРЕП заключается в сборе информации, её анализе и принятии решений. Процесс обучения навыкам обнаружения проблем, анализа данных и принятия обоснованных и своевременных решений более сложный и многогранный, чем отработка того или иного полётного манёвра. Научиться оценивать положение и «правильно думать» в бесчисленном множестве ситуаций, возникающих в процессе реального пилотирования, гораздо труднее.

ПАР не предполагает единственного ответа; каждый пилот должен анализировать каждую ситуацию в свете собственной квалификации, персональных минимумов и текущего уровня физической и психической готовности и принимать собственное, глубоко индивидуальное решение.

Категории методики «Пять Р»
• План • Самолёт • Пилот • Пассажиры • Программирование

Рис. 17-7. Вопросник «Пять Р».

УРЕП хорошо выглядит на бумаге, но проходит время, прежде чем пилот начинает в полной мере понимать его принципы и использовать их в повседневном лётном труде. Одна из практических методик называется «Пять Р» («5Р») *(рис. 17-7)*. 5Р — это «Plan» (план), «Plane» (самолёт), «Pilot» (пилот), «Passengers» (пассажиры) и «Programming» (программирование). Каждая из категорий представляет собой набор проблем и возможностей, стоящих перед одиночным пилотом, и каждая может значительно повысить или снизить риск возникновения непредвиденных ситуаций — в зависимости от способности пилота принимать информированные и своевременные решения. Методика 5Р используется пилотами для оценки текущей ситуации в ключевые моменты полёта или при возникновении непредвиденных обстоятельств. Ключевыми моментами являются предполётный осмотр, проверка перед взлётом, почасовые проверки систем, проверка перед началом снижения и в контрольной точке конечного этапа захода на посадку либо (при полёте по ПВП) непосредственно перед включением в схему движения.

В основе методики 5Р лежит идея, что условия, в которых функционирует пилот, определяются пятью основными переменными, заставляющими его принимать либо единственное критическое решение, либо несколько менее критических, которые в совокупности могут привести к критическому исходу. Эти переменные — План, Самолёт, Пилот, Пассажиры и

Программирование. Концепция базируется на убеждении, что существующие модели принятия решений по природе реактивные. Иными словами, принятию решения по управлению тем или иным риском всегда предшествует возникновение и обнаружение какого-либо изменения во внешних условиях. Например, многие пилоты пользуются бланками управления рисками, которые заполняют перед взлётом. Эти бланки представляют собой каталог рисков, которые могут возникнуть в полёте, с сопоставленными им численными значениями. Если сумма этих чисел превышает определённую величину, полёт отменяется либо в полётное задание вносятся изменения. Неофициальные опросы показывают, что, при всей своей полезности для оценки факторов риска, в реальной жизни эти бланки почти никогда не используются пилотами во время полёта. Концепция 5P основана на стремлении с максимальной пользой использовать информацию, содержащуюся в этих бланках и других моделях управления рисками.

Принцип модели 5P в том, что пилот должен проводить «плановую» проверку критически важных переменных в те моменты полёта, когда принятые на основании этой проверки решения будут наиболее эффективны. Например, отменить полёт из-за плохой погоды проще всего до того, как пилот и пассажиры произведут посадку на борт ЛА. Поэтому первый ключевой момент — это предполётный инструктаж в комнате планирования полётов, когда вся необходимая информация под рукой, а доступ к услугам базовых операторов авиатехники (FBO) позволяет составить альтернативный маршрут полёта.

Второй ключевой момент, наиболее подходящий для принятия критически важных решений, — это непосредственно перед взлётом. Пилотам крайне редко приходится осуществлять «аварийный взлёт». Хотя основное назначение методики 5P — это помочь пилотам в полёте, правильное её применение перед взлётом позволяет принять взвешенное решение об отмене полёта на основании всей имеющейся информации. Конечно, чаще всего принимается решение «взлетать» (иногда с определёнными ограничениями и изменениями), но пилот может и отказаться от взлёта. Таким образом, эти два ключевых момента являются критическими для принятия решения об отмене полёта.

Третий момент применения методики 5P — середина полёта. Пилоты часто выжидают до тех пор, пока не окажутся в зоне доступности автоматической службы информации аэродрома (ATIS) и не получат от неё информацию о погодных условиях, но к этому моменту возможность принятия эффективных решений может быть уже упущена. Помимо этого, к концу долгого и трудного полётного дня утомление и низковысотная гипоксия отнимают у пилота значительную часть сил и энергии, и он испытывает подсознательное стремление избежать необходимости принятия решений, смириться с внешними обстоятельствами. Если полёт продолжается дольше двух часов, проверки факторов 5P должны производиться ежечасно.

Последние два ключевых момента — непосредственно перед снижением в зону терминала и в контрольной точке конечного этапа захода на посадку либо (при полёте по ПВП) непосредственно перед включением в схему движения до начала подготовки к посадке. В большинстве случаев пилоты выполняют заход на посадку в твёрдой уверенности, что посадка будет совершена с первой попытки. Более правильно предполагать, что изменение условий (снова факторы 5P) с высокой вероятностью заставит пилота отклониться от захода или уйти на второй круг. Это позволит пилоту сохранить готовность к любым обстоятельствам, которые могут поставить под угрозу безопасное завершение полёта.

Так, уход на второй круг после четвёртого разворота экономит топливо, позволяет спокойно и без спешки использовать автопилот; кроме того, такое решение по своей природе не является реактивным. Уход на второй круг в точке принятия решения на посадочной прямой, хотя и достаточно сложен, всё же позволяет пилоту планировать и координировать свои действия, в отличие от более опасного манёвра — ухода на второй круг после касания ВПП.

Рассмотрим каждое из 5P более подробно.

План

«План» можно также назвать миссией или задачей полёта. Он содержит основные элементы планирования полёта по маршруту, погодные условия, маршрут движения, запас топлива, частоту радиосвязи и т.д. В ходе полёта «план» должен пересматриваться и обновляться. Задержка взлёта — по техническим причинам, из-за изменений погодных условий или поступившего в последний момент отчёта о неисправностях — может привести к радикальным изменениям плана. «План» — это не только план полёта, но также всех событий, так или иначе связанных с полётом или с процессом выполнения полётной миссии. «План» постоянно меняется и обновляется, особенно при изменениях в оставшихся четырёх P. Проверка 5P, по крайней мере, напоминает пилоту, что план полёта является частью реальной жизни и может быть изменён в любой момент.

Важнейшей частью любого плана являются погодные условия. Получение постоянной информации о погоде по каналу передачи данных даёт пилоту существенные преимущества, но только если он обучен методике

обработке данных, поступающих в реальном времени, без потери ориентировки. Само собой разумеется, что информация о погодных условиях в обязательном порядке требует принятия решения, даже если это просто решение продолжать выполнение текущего плана. Пилоты ЛА, не оснащённых каналом передачи данных о метеоусловиях, должны получать последнюю информацию о погоде от станции службы обеспечения полётов или от службы контроля полётов.

Самолёт

Как «план», так и «самолёт» являются факторами, хорошо знакомыми большинству пилотов. «Самолёт» представляет собой набор механических и внешних параметров, которые известны каждому пилоту, владельцу или оператору воздушного судна. С появлением электронного навигационного оборудования «самолёт» стал включать в себя поток информации от баз данных и автоматических средств управления, а также аварийные резервные системы. Существуют разные мнения по поводу использования автопилота при полётах на одноместных ЛА в условиях ППП. Решение использовать автопилот или нет принимается каждым пилотом индивидуально.

При полёте в условиях ППП на ЛА, не оборудованном автопилотом, принятие решений может зависеть от других Р, о которых будет сказано ниже. Среди этих факторов — уровень подготовки пилота и степень его утомления.

Пилот

Современным пилотам, особенно работающим в коммерческих авиаперевозках, часто приходится совершать продолжительные полёты на больших высотах и на значительные расстояния, порой в неблагоприятных погодных условиях. ЛА, оснащённые современными электронными средствами управления, именно в силу совершенства и широты возможностей этих средств, создают у пилотов дополнительное психологическое напряжение. Начинать оценку рисков рекомендуется с заполнения опросника IMSAFE (см. ниже).

Сочетание ночного времени, утомления и длительного полёта на высоте более 1,5 км может привести к снижению интуиции, лишить пилота способности критически оценивать получаемую информацию, сделать его нерешительным, уступчивым и даже безразличным. Получается, что в момент наступления наиболее ответственного этапа полёта (к примеру, заход на посадку по приборам в ночное время, при неблагоприятных погодных условиях, после четырёхчасового полёта) пилот оказывается в наихудшем физическом и психическом состоянии. Методика 5Р помогает пилоту предвидеть психологическую ситуацию конца полёта ещё перед взлётом, а также постоянно обновлять информацию о собственном состоянии в ходе полёта. Как только факторы риска определены и оценены, пилот получает возможность внести в план изменения, которые позволят снизить воздействие этих факторов и обеспечить более безопасное решение.

Пассажиры

Одно из главных отличий между УРЭ и УРЕП — это то, как пассажиры взаимодействуют с пилотом. У пилота одномоторного пассажирского ЛА, как правило, устанавливаются очень личные отношения с пассажирами, поскольку в течение всего полёта пилот находится в непосредственной близости от них.

Желание пассажиров успеть сделать пересадку в пункте назначения или не опоздать на важную деловую встречу быстро превращается для пилота в один из важнейших факторов принятия решений. Если это происходит открытым и правильным образом, такой фактор может оказывать положительное воздействие.

Представим себе одномоторный самолёт, совершающий полёт в международный аэропорт имени Даллеса (Вашингтон, округ Колумбия, США). Пассажирам, которые являются близкими друзьями и деловыми партнёрами пилота, необходимо попасть в Вашингтон на важную деловую встречу. На протяжении всего маршрута до южной Вирджинии погода соответствует ПМУ, а при приближении к аэропорту ухудшается до СМУ. Если пилот использует методику 5Р, он может рассмотреть возможность аренды автомобиля в одном из аэропортов Северной Каролины или южной Вирджинии, где планирует совершить посадку для дозаправки топливом. Таким образом, пассажиры смогут добраться до Вашингтона, а пилот избежит необходимости продолжать полёт, если погодные условия не улучшатся.

Среди пассажиров ЛА могут оказаться сертифицированные пилоты. Если никто заранее не назначен командиром воздушного судна (КВС), то (при возникновении непредвиденных обстоятельств) стили принятия решений присутствующих на борту пилотов могут войти в конфликт друг с другом.

Пилоты также должны осознавать, что пассажиры, не являющиеся пилотами, часто не понимают всей серьёзности возникающих в полёте рисков. Каждый полёт несёт в себе элементы риска. Вот почему УРЕП является процессом управлением рисками, а не их устранения. Например, пилот может спокойно воспринимать уровень риска, связанный с ночным полётом в СМУ, в то время как пассажиры могут счесть такой риск неприемлемым. Пилот, использующий УРЕП, обязан

обеспечить участие пассажиров в принятии решений и возложить на них обязанности и задачи, которые позволят им почувствовать свою вовлечённость в процесс, одновременно отвлекая от неприятных мыслей. Если, получив от пилота конкретные разъяснения по поводу имеющихся рисков, пассажиры примут решение купить билеты на самолёт пассажирской авиакомпании или арендовать автомобиль, это будет очень хорошим результатом применения УРЕП. Помимо прочего, такой диалог позволит пилоту узнать, чего же на самом деле хотят пассажиры, а не строить предположения относительно их намерений. Это освободит его от дополнительного психологического давления.

Программирование

ЛА, оснащённые современными электронными средствами управления, предоставляют пилотам гражданской авиации совершенно новые возможности. Электронные приборные дисплеи, глобальная система определения координат (GPS) и автопилот снижают рабочую нагрузку на пилота и повышают его осведомлённость в обстановке. И хотя такие устройства относительно просты в программировании и использовании, они отвлекают на себя внимание пилотов и удерживают его в течение достаточно продолжительных периодов времени. Чтобы избежать этого, пилот должен заранее запланировать, где и когда может производиться программирование захода на посадку, изменений маршрута и сбора информации, а когда этого делать не следует. Пилот, хорошо знакомый с оборудованием, маршрутом, особенностями местного воздушного движения и собственными возможностями, должен заблаговременно решить, где, когда и каким образом он будет осуществлять программирование и эксплуатацию бортовой автоматики.

Пилот обязан также подумать о том, что именно он будет делать в случае внезапных изменений в траектории захода на посадку (и связанной с этим необходимости перепрограммирования бортовых устройств) или крупномасштабной корректировки плана (например, изменения маршрута) параллельно с ручным управлением ЛА. Поскольку электронное оборудование не стандартизируется, первое время после смены ЛА или бортового оснащения пилот должен подходить к планированию и принятию решений более консервативно и осмотрительно.

Процесс УРЕП прост. По меньшей мере пять раз до и во время полёта пилот должен проанализировать факторы «План, Самолёт, Пилот, Пассажиры и Программирование» и принять решения, адекватные текущей ситуации. Часто говорят, что непринятие решения — это тоже решение. При использовании методик УРЕП и 5Р даже решение не вносить никаких изменений в текущий план полёта принимается после тщательного анализа всех имеющихся факторов риска.

Perceive, Process, Perform (3P) — Воспринимать, Анализировать, Действовать

Модель Perceive, Process, Perform (3P) («Воспринимать, Анализировать, Действовать») обеспечивает простой, практичный и систематизированный подход к принятию аэронавигационных решений во всех фазах полёта. Для её использования пилоту необходимо:

- воспринимать набор обстоятельств, сопровождающий полёт;
- анализировать их, оценивая воздействие на безопасность полёта;
- действовать, реализуя принятые решения.

Цель первого шага — обеспечить осведомлённость в обстановке и понимание потенциальных опасностей, представляющих собой события, объекты или обстоятельства, которые могут привести к нежелательным последствиям. На этом этапе пилот систематически идентифицирует и протоколирует опасности, связанные со всеми аспектами полёта: самим пилотом, ЛА, окружающими условиями и давлением извне. Важно понимать, что отдельные опасности могут объединяться между собой, увеличивая уровень угрозы. Представьте себе, для примера, опасность, которая возникает, когда пилот, имеющий минимальный опыт полётов по ППП, хочет выполнить маршрутный полёт в условиях низкой облачности, чтобы принять участие в важной деловой встрече.

Цель второго шага — обработать полученную информацию и определить, создают ли обнаруженные опасности риск, представляющий собой будущие последствия опасности, которые нельзя контролировать или устранить. Степень риска, создаваемого конкретной опасностью, можно определить через широту подверженности (количество затронутых ею людей или ресурсов), серьёзность (масштабы возможных потерь) и вероятность (того, что опасность приведёт к потерям). Например, если опасностью является низкая облачность, уровень риска зависит от ряда других факторов, как-то: уровень подготовки и опыт пилота, оборудование ЛА, наличный запас топлива и другие.

Цель третьего этапа — действовать, предпринимая шаги для устранения опасностей или снижения риска, а затем непрерывно отслеживать результаты этих действий. В нашем примере с низкой облачностью пилот может принять следующее правильное аэронавигационное решение: определить подходящие альтернативные пункты назначения, выбрать из них аэродромы с хорошими погодными условиями и заправиться

Пилоты могут определять опасности, используя вопросник PAVE:

Pilot (пилот)

Гейл – физически здоровая, хорошо отдохнувшая женщина-пилот с налётом примерно 300 часов. Опасности – малый опыт полётов вообще и маршрутных в частности, а также то, что в течение последних двух месяцев она ни разу не поднималась в воздух.

Aircraft (летательный аппарат)

Самолёт «Цессна 182 Скайлайн» с дополнительными топливными баками не оснащён GPS и системой предупреждения о неблагоприятных погодных условиях, находится в хорошем состоянии, все системы и бортовое оборудование исправны. Приборная доска стандартная, аналоговая.

Environment (условия полёта)

Аэродромы вылета и назначения располагают длинными ВПП. Главная опасность – погодные условия. Погодные условия соответствуют ПВП. Типичный летний день среднеатлантического региона: жарко (более 30 °С), дымка (видимость 11 км), влажно с высотой по плотности 760 м. Погодные условия на аэродроме назначения (расположенном в горном районе) на данный момент соответствуют ППП, но судя по прогнозу, должны улучшиться до ПВП ранее, чем самолёт прибудет туда. Погода на маршруте соответствует ПВП, но есть информация об участках СМУ над горными хребтами вдоль предполагаемого маршрута.

Давление извне

Гейл летит, чтобы провести выходные с родственниками. Родственники очень рады и составили целую программу мероприятий на выходные.

Пилоты могут управлять рисками, используя список вариантов TEAM:

Пилот

Для управления риском, связанным с её неопытностью и недавним перерывом в полётах, Гейл может сделать следующее:
- передать (Transfer) риск полностью, пригласив другого пилота в качестве КВС;
- устранить (Eliminate) риск, отменив полёт;
- принять (Accept) риск и лететь;
- снизить (Mitigate) риск, взяв с собой другого пилота.

Гейл хочет снизить основной риск и договаривается с сертифицированным лётчиком-инструктором, чтобы тот сопровождал её, одновременно обучая особенностям маршрутных полётов. Возможность расширения полётных навыков под руководством инструктора является дополнительным преимуществом.

Условия полёта

Для управления риском, связанным с дымкой и неблагоприятными погодными условиями в горах, Гейл может сделать следующее:
- передать (Transfer) риск попадания в СМУ, пригласив сертифицированного пилота для осуществления полёта по ППП;
- устранить (Eliminate) риск, отменив полёт;
- принять (Accept) риск и лететь;
- снизить (Mitigate) риск, тщательно спланировав полёт, представив полётный план по условиям ПВП, запросив сопровождение полёта по условиям ПВП и используя такой ресурс, как Flight Watch (консультативная полётная маршрутная служба).

Краеугольным камнем стратегии уменьшения рисков, в данном случае, должно стать тщательное предполётное планирование. В случае прямого маршрута бóльшая часть полёта будет проходить над горными районами. Плотная дымка и участки СМУ над горами вынуждают Гейл снизить риск, изменив маршрут полёта так, чтобы он проходил над равнинной местностью. Такое изменение увеличит продолжительность полёта на 30 минут, но это небольшая цена за возможность избежать попадания в СМУ над горами. Поскольку на аэродроме прибытия на момент вылета погодные условия соответствуют ППП, Гейл должна убедиться в наличии близлежащих к месту назначения аэропортов, где погодные условия соответствуют ПВП. Помимо этого, Гейл должна запросить и получить базовую информацию об этих аэропортах: высоту установленного маршрута движения, расположение ВПП, частоты радиосвязи. Чтобы ещё более снизить риск и в полной мере использовать информационные возможности кабины пилота, Гейл необходимо представить полётный план по условиям ПВП, обеспечить сопровождение полёта по условиям ПВП и настроиться на частоту вещания Flight Watch, чтобы получать последнюю информацию о погодных условиях на маршруте. И наконец, будет полезно использовать функцию GPS на её смартфоне.

Летательный аппарат

Для управления рисками, связанными с сомнениями относительно механического состояния самолёта, Гейл может сделать следующее:
- передать (Transfer) риск, используя другой самолёт;
- устранить (Eliminate) риск, отменив полёт;
- принять (Accept) риск и лететь;
- снизить (Mitigate) остаточный риск, внимательно проверив лётно-технические характеристики самолёта и проведя тщательный предполётный осмотр.

Поскольку Гейл не видит проблем с механическим состоянием самолёта, она принимает решение уменьшить оставшийся риск путём проведения тщательного предполётного осмотра.

Давление извне

Для снижения риска эмоционального давления от предвкушения встречи с родственниками, которое чревато возникновением "одержимости" попасть в пункт назначения как можно скорее, Гейл может сделать следующее:
- передать (Transfer) риск, возложив обязанности КВС на второго пилота и делегируя ему право всех последующих решений;
- устранить (Eliminate) риск, отменив полёт;
- принять (Accept) риск и лететь;
- снизить (Mitigate) риск, управляя нетерпением (своим и родственников) и проведя необходимую подготовку мероприятия на случай изменения маршрута.

Гейл и её второй пилот принимают решение устранить этот риск, договорившись о том, что каждый пилот имеет право вето на продолжение полёта, и что маршрут будет изменён, если любой из них посчитает это необходимым. Поскольку на аэродроме назначения на момент вылета погодные условия всё ещё соответствуют ППП, Гейл выбирает конкретную точку – станцию угломерно-дальномерной радионавигационной системы VORTAC, расположенную между аэродромом назначения и двумя запасными, – как логически оправданное место принятия «окончательного» решения по выбору маршрута. Вместо того, чтобы сообщить родственникам конкретное ожидаемое время прибытия (что могло бы подталкивать Гейл к соблюдению графика любой ценой), она управляет ожиданиями родственников, пообещав позвонить им, как только прибудет на место.

Рис. 17-8. Реальный пример того, как модель 3Р помогает принимать решения в маршрутном полёте.

Пилоты могут оценивать опасности с помощью вопросника CARE.

Пилот

- Последствия: Неопытность Гейл и недавний перерыв в полётах создают определённый риск авиационного происшествия – особенно в силу того, что она планирует лететь над горами в условиях плотной дымки и садиться на незнакомый горный аэродром, погодные условия на котором в данный момент соответствуют ППП.
- Альтернативы: Гейл может снизить риск, договорившись с сертифицированным лётчиком-инструктором, чтобы тот сопровождал её, одновременно обучая особенностям маршрутных полётов. Возможность расширения полётных навыков под руководством инструктора и в безопасных условиях является дополнительным преимуществом.
- Реальность: Осознание того факта, что недостаток опыта создаёт дополнительный риск, – ключевой момент управления рисками и их уменьшения.
- Внешние факторы: Как и другие пилоты, Гейл должна бороться с эмоциональным давлением, проистекающим из понимания, что её мастерство и опыт ниже, чем ей, возможно, хотелось бы. Самолюбие может быть мощным внешним фактором!

Условия полёта

- Последствия: Для пилота, опыт которого ограничивается местными полётами в ПМУ, длительный маршрутный полёт (над гористой местностью и в условиях сильной дымки) с высокой вероятностью чреват потерей ориентации и несёт значительный риск.
- Альтернативы: Можно отложить полёт до улучшения видимости или изменить маршрут так, чтобы он не проходил на горными районами.
- Реальность: Дымка и гористая местность создают очевидный риск для малоопытного пилота, не сертифицированного для полётов в условиях ППП.
- Внешние факторы: Почти каждый пилот в той или иной степени подвержен «одержимости», которая может заставить его начать или продолжать полёт, не обращая внимания на неблагоприятные погодные условия.

Летательный аппарат

- Последствия: Эта категория не создаёт существенных рисков, поскольку самолёт находится в прекрасном состоянии и Гейл хорошо знакома с его бортовыми навигационными приборами.
- Альтернативы: Если бы с самолётом были какие-либо проблемы, Гейл стоило бы рассмотреть возможность аренды другого самолёта из числа бортов её лётной школы. Не следует забывать, однако, что альтернативы иногда создают новые опасности. В данном случае, опасности связаны с тем фактом, что Гейл пришлось бы пилотировать незнакомый самолёт с другими бортовыми приборами.
- Реальность: Важно хорошо представлять реальное механическое состояние самолёта. Если вы сталкиваетесь с какими-либо отклонениями в техническом состоянии и ловите себя на мысли, что «это, наверное, не имеет большого значения», необходимо вернуться к разделу последствий настоящего списка.
- Внешние факторы: На процесс принятия решений иногда влияет внешнее давление, связанное с необходимостью вернуть самолёт базовому оператору авиатехники (FBO) не позднее определённой даты и времени. В данном случае Гейл является владелицей самолёта, так что подобное давление отсутствует.

Давление извне

- Последствия: Эмоциональное давление, вызываемое «одержимостью», может создать существенные риски. В нашем случае, сильное желание Гейл увидеть родных, ожидания родственников и личная гордость могут заставить её пойти на неоправданный риск.
- Альтернативы: Гейл необходимо выработать стратегию снижения воздействия каждого из внешних факторов, связанных с этим полётом.
- Реальность: Пилоты иногда пренебрегают потенциальными последствиями влияния этих факторов или даже полностью их игнорируют. Открытое и честное осознание Гейл этих факторов (например, «возможно, я буду чувствовать сильное стремление продолжать полёт любой ценой, чтобы мать не волновалась по поводу моего опоздания») является критически важным элементов эффективного управления рисками.
- Внешние факторы: (см. выше).

Рис. 17-9. Дополнительный реальный пример того, как модель 3Р способствует принятию правильных решений в маршрутном полёте.

топливом в достаточном количестве, чтобы добраться до одного из них. При таком образе действий риск значительно уменьшится. У пилота также есть вариант устранить риск полностью, отложив полёт до улучшения погоды.

Как только пилот заканчивает процесс принятия решения по методике 3Р и выбирает образ действий, процесс немедленно начинается заново, поскольку его действия привели к изменению обстоятельств, которые требуют нового анализа. Процесс принятия решений — это непрерывный замкнутый цикл восприятия, анализа и действий.

При достаточной практике, движение по циклу 3Р может стать привычкой и будет проходить столь же гладко, непрерывно и в автоматическом режиме, как снятие показаний с бортовых приборов. Этот базовый набор практических инструментов для принятия решений может быть расширен. Модель 3Р используется совместно с моделями CARE и TEAM, предоставляющих пилотам альтернативные методы оценки и снижения полётных рисков.

Объединение моделей 3Р, CARE и TEAM

В большинстве случаев задания, выполняемые в ходе лётного обучения, должны выполняться в условиях критических временных рамок. На *рис. 17-8* и *17-9* приведены шесть шагов процесса управления рисками, объединённые в простую для запоминания модель 3Р + CARE и TEAM.

Для определения опасностей пилоты могут использовать вопросник PAVE: Pilot (пилот), Aircraft (ЛА), enVironment (условия полёта), External pressures (давление извне). Для анализа опасностей они могут использовать вопросник CARE: Consequences (последствия), Alternatives (альтернативы), Reality (реальность), External factors (внешние факторы). Наконец, для управления рисками пилоты могут использовать

список TEAM: Transfer (передать), Eliminate (устранить), Accept (принять) или Mitigate (снизить).

Эти концепции используются в авиации общего назначения относительно недавно. До этого они на протяжении многих лет использовались авиакомпаниями и зарекомендовали себя как исключительно полезные для снижения уровня аварийности.

Вырабатывание привычек к соблюдению норм безопасности

Хотя в основу методики ЗР положены те же принципы, что и у многих других моделей принятия решений, существуют две важные причины, по которым следует использовать именно методику ЗР. Во-первых, эта модель даёт пилоту структурированный, действенный и систематический способ обнаружения опасностей, оценки рисков и осуществления эффективного управления ими. Во-вторых, использование методики управления рисками должно быть столь же автоматическим, как выполнение базовых процедур управления ЛА. Как и в случае других лётных навыков, привычка к управлению рисками развивается посредством повторений и неуклонного выполнения стандартизованных процедур.

Петля OODA

Термин и концепция «петли OODA» были предложены полковником ВВС США в отставке Джоном Бойдом. Аббревиатура OODA означает «Observation (наблюдение), Orientation (ориентация), Decision (решение), Action (действие)». Идеи, терминология и фразы, содержащиеся в докладах Бойда, сегодня широко используются не только в Вооружённых Силах США, но и в научной среде и бизнес-сообществе. В настоящее время понятие «петли OODA» используется в качестве стандартного описания процесса принятия решений.

Петля — это замкнутая модель принятия решения, которая обеспечивает немедленную обратную связь в любой точке процесса. В практике УРЕП используется сокращённая версия этой концепции *(рис. 17-10)*, которая легче усваивается пилотами.

Первый узел петли, «наблюдай», отражает необходимость осведомлённости в обстановке. Пилот должен знать, какие явления и объекты вокруг него могут повлиять на исход полёта. Непрерывно отслеживая показания навигационных инструментов, погодные условия и т.д., пилот обеспечивает себе постоянный ориентир, который является стартовой точкой петли и предоставляет ему возможность немедленно перейти к следующему шагу.

«Ориентируйся», следующий узел петли, фокусирует внимание пилота на одном или нескольких

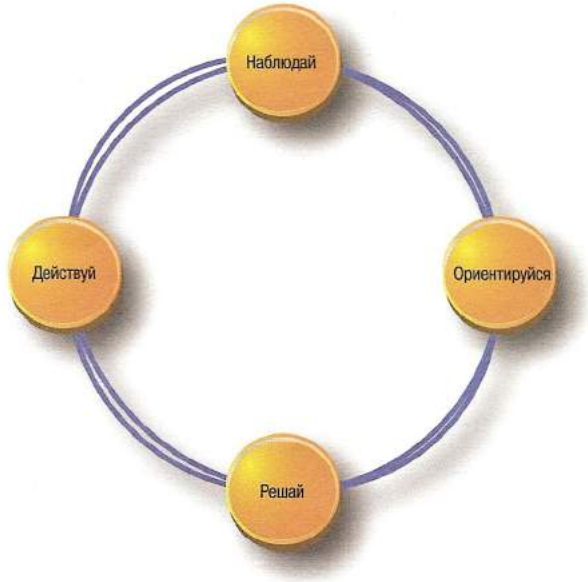


Рис. 17-10. Петля OODA.

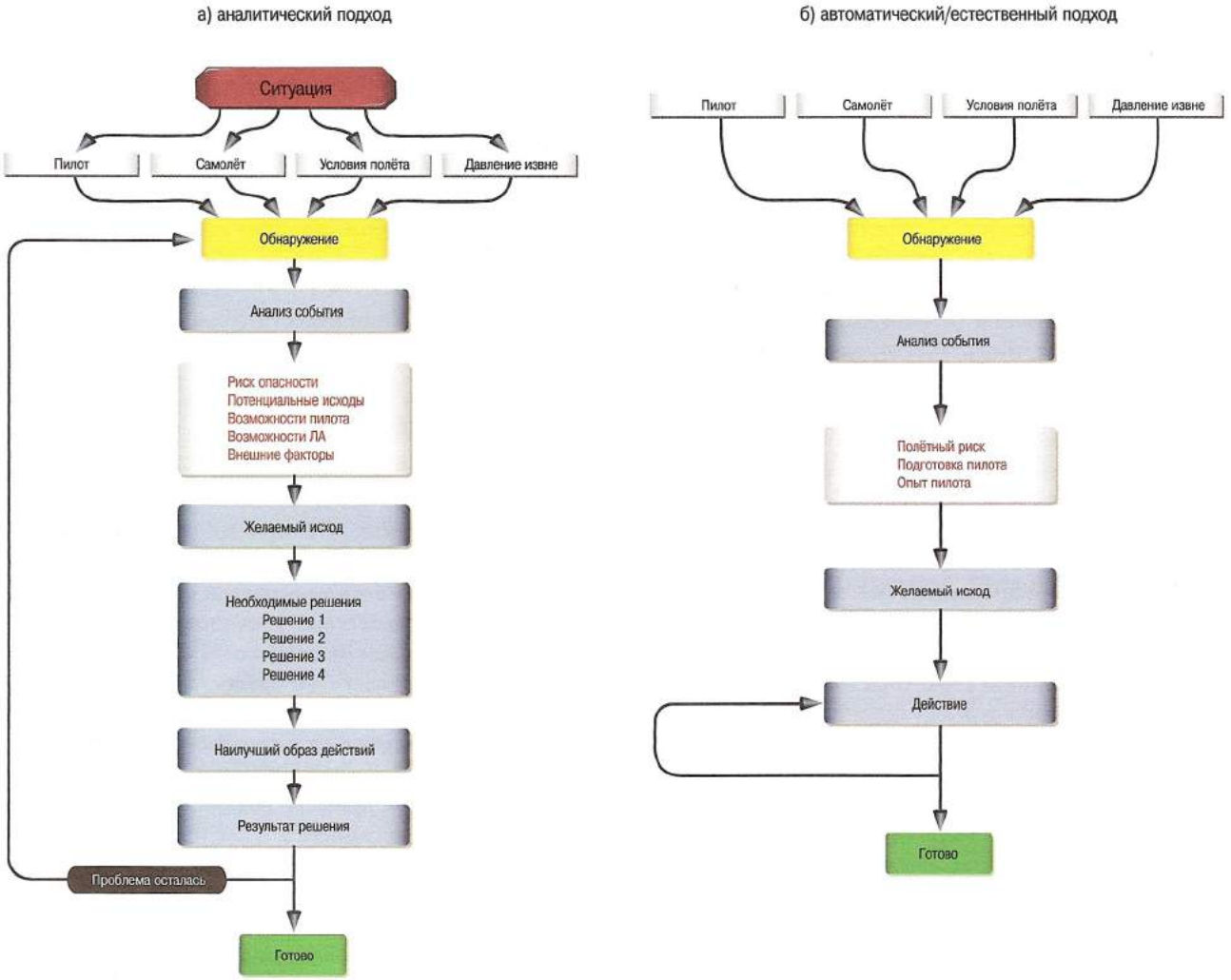
отклонениях от нормального хода полёта. Например, показания приборов свидетельствуют о падении давления масла. Пилот осведомлён об этом отклонении и обдумывает возможные варианты действий ввиду связанных с ним потенциальных опасностей.

Затем пилот переходит к третьему узлу, «решай», в котором он окончательно определяется с выбором действий. Это решение основывается на опыте, понимании возможных последствий и связи между конкретным действием и желаемым результатом. После этого пилот «действует» — создаёт непосредственный физический импульс, вызывающий желаемую реакцию ЛА.

Как только петля завершена, пилот снова оказывается в узле «наблюдай». Оценка пилотом результатов своего действия, совместно с полученной ранее информацией, определяет дальнейший ход полёта. Преимущества модели «петля OODA» заключается в том, что она может оказывать кумулятивный эффект, а также позволяет создавать несколько процессов одновременно в любой момент полёта.

Модель DECIDE

Шестишаговая модель DECIDE — ещё один пример замкнутого процесса, обеспечивающего пилота логическим инструментарием для принятия решения *(рис. 17-11)*. DECIDE — это аббревиатура, расшифровывающаяся как «Detect» (обнаруживай), «Estimate» (оценивай), «Choose a course of action» (выбирай способ действий), «Identify solutions» (находи решения), «Do the necessary actions» (выполняй необходимые действия), «Evaluate the effects of the actions» (анализируй результаты действий).



Модель DECIDE
1. Обнаруживай. Лицо, принимающее решение, (ЛПР) обнаруживает, что произошло определённое изменение.
2. Оценивай. ЛПР оценивает необходимость противодействовать изменению или реагировать на него.
3. Выбирай. ЛПР выбирает желаемый исход (т.е. успешное завершение полёта).
4. Находи. ЛПР находит действия, позволяющие успешно контролировать изменение.
5. Действуй. ЛПР производит необходимые действия.
6. Анализируй. ЛПР анализирует результат(ы) своих действий.

Рис. 17-11. Модель DECIDE применяется по всему миру. Методика её использования показана в блоке а), в то время как блок б) иллюстрирует автоматическое/естественное принятие решения.

В качестве примера рассмотрим авиационное происшествие с участием лёгкого двухмоторного самолёта «Пайпер PA-23 Апач». Самолёт столкнулся с землёй на подходе к аэродрому в штате Алабама (США) и получил значительные повреждения. В самолёте находились линейный пилот авиакомпании и пилот-любитель. Первый получил лёгкие травмы, второй не пострадал. Пилот-любитель выполнял контрольный полёт под наблюдением линейного пилота (также являющегося экзаменатором) с целью получения коммерческого сертификата пилота многомоторных самолётов. Выполнив ряд упражнений на высоте, пилот с инструктором вернулись к аэродрому. Пилот-любитель выполнил заход на посадку на одном двигателе с пробегом до полной остановки. После этого он произвёл руление, выполнил взлёт с укороченной ВПП и включился в схему движения для повторной посадки. Во время захода на вторую посадку линейный пилот воспроизвёл отказ правого

двигателя, сбросив на нём тягу до нуля. Это привело к рысканию вправо.

Процедура идентификации отказавшего двигателя состоит из двух шагов. Вначале необходимо повысить мощность на обоих двигателях до максимального управляемого уровня. Поскольку тяга создаётся только левым двигателем, рыскание вправо возрастает, что вызывает необходимость дополнительного отклонения руля направления влево. Отказавший двигатель находится с той стороны, которая не потребовала отклонения руля направления (в данном случае, это правый двигатель). Далее, обнаружив отказ правого двигателя, необходимо флюгировать правый воздушный винт и отрегулировать мощность для сохранения необходимого угла снижения перед посадкой.

Однако в данном случае пилот счёл, что отказал левый двигатель, а не правый, и флюгировал левый воздушный винт. Во время лётного обучения на двухмоторных самолётах отказ левого двигателя воспроизводится чаще, чем правого, поскольку на большинстве таких самолётов левый двигатель является критическим. Это связано с тем, что многомоторные самолёты подвержены влиянию P-фактора (ассиметричного лопастного эффекта) в той же степени, что и одномоторные. При движении за счёт собственной тяги на положительных углах атаки нисходящая лопасть каждого воздушного винта создаёт бóльшую тягу, чем восходящая. Кроме того, нисходящая лопасть правого винта располагается дальше от центра тяжести самолёта, и поэтому её плечо момента больше, чем у нисходящей лопасти левого винта. В результате, отказ левого двигателя приводит к наибольшей асимметрии тяги (обратному рысканию), поскольку оставшаяся тяга будет создаваться правым двигателем.

Многие двухмоторные самолёты конструируются с правым двигателем встречного вращения. В такой конструкции степень асимметрии тяги одинакова при отказе любого из двигателей. В самолётах подобной конфигурации ни один из двигателей не является критическим.

Поскольку пилот никогда не выполнял первый шаг (обнаружение отказавшего двигателя), он флюгировал левый двигатель и установил правый двигатель в положение нулевой тяги. Фактически, он тем самым перевёл самолёт в режим контролируемого планирования. Осознав, что таким образом он никак не сможет добраться до ВПП, пилот увеличил мощность на обоих двигателях, вызвав этим мощнейшее рыскание влево (левый воздушный винт был флюгирован), в результате чего самолёт начал разворачиваться влево. В отчаянии инструктор сбросил газ на обоих двигателях, самолёт врезался в землю и получил значительные повреждения.

Этот случай интересен тем, что привлекает внимание к двум выводам. Во-первых, действовать, не подумав, может быть не менее опасно, чем не действовать вообще. В данном случае, действия пилота оказались неверными, хотя времени было достаточно, чтобы предпринять необходимые шаги к анализу возникшей ситуации. Второй (менее очевидный) вывод заключается в том, что решения, принятые под давлением, иногда выполняются на основе ограниченного опыта, и предпринятые действия могут оказаться неправильными, неполными или недостаточными для исправления ситуации.

Обнаруживай (проблему)

Обнаружение проблемы является первым шагом в процессе принятия решения. Оно начинается с понимания того факта, что произошло определённое изменение либо желаемое изменение не произошло. Вначале проблема воспринимается органами чувств, а затем обрабатывается и уточняется через осмысление. Для определения природы и серьёзности проблемы используются те же средства, что и при объективном анализе получаемой информации. Одна из наиболее опасных ошибок в процессе принятия решения — это некорректное обнаружение проблемы. В приведённом выше примере возникшим изменением является рыскание самолёта.

Оценивай (необходимость реакции)

В примере с выключением двигателя самолёт начал рыскать вправо в то время, как пилот выходил на посадочную прямую, и проблема нуждалась в безотлагательном решении. Во многих случаях, избыточная реакция и фиксация на проблеме исключают безопасный исход. Например, что будет, если дверь кабины одномоторного самолёта «Муни» внезапно откроется во время полёта, в то время как самолёт набирает высоту на уровне 500 метров в ясный солнечный день? Внезапно открывшаяся дверь может вызвать тревогу, но ощущаемая опасность, которую представляет открытая дверь, должна быть быстро и эффективно оценена как незначительная. В действительности, открытая дверь кабины не угрожает безопасности полёта, и на неё можно не обращать внимания. Вероятнее всего, пилот просто обратится к механику с просьбой проверить замок двери по возвращению на аэродром.

Пилот, осуществляющий полёт в ясный солнечный день и столкнувшийся с такой мелкой проблемой, скорее всего, оценит риск возникновения нежелательных последствий как несущественный. Но что, если пилот набирает высоту в условиях ППП, в зоне

перемежающейся турбулентности, во время дождя, получив уточнённое разрешение от службы управления воздушным движением? В этом случае открытая дверь кабины представляет собой фактор гораздо более высокого риска. Проблема как таковая не изменилась, но восприятие пилотом связанного с ней риска поменялось на фоне окружающих условий и масштаба стоящих перед ним задач. Опыт и знания пилота, его бдительность и дисциплинированность влияют на восприятие проблемы.

Выбирай (образ действий)

После обнаружения проблемы и оценки возможных последствий пилот должен определить желаемый исход и выбрать образ действий. В приведённом выше примере с выключением двигателя двухмоторного самолёта конечной целью пилота была безопасная посадка.

Находи (решения)

Пилот вырабатывает план, который приведёт его к цели. В некоторых случаях обстоятельства не оставляют пилоту выбора, заставляя его действовать единственным возможным образом. В случае отказа двигателя на малой высоте (150 м или меньше) пилоту необходимо найти одно или несколько решений, которые приведут к благополучному исходу. Очень важно не фиксироваться на проблеме, а искать решение.

Действуй (выполняй необходимые действия)

Как только пути к безопасному исходу обнаружены, пилот выбирает из них наиболее подходящий для конкретного случая. Пилот многомоторного самолёта, столкнувшийся с отказом двигателя, должен обеспечить безопасную посадку.

Анализируй (результаты действий)

И наконец, реализовав своё решение, пилот анализирует результаты, чтобы понять, было ли оно верным. Если предпринятые действия не привели к желаемым результатам, процесс придётся повторить сначала.

Принятие решений в изменчивых условиях

Выше был рассмотрен систематический подход к принятию решений, который предполагает использование таких аналитических моделей, как 5P, 3P, OODA и DECIDE. Для того, чтобы принять правильное решение, пилот должен собрать имеющую информацию, осмыслить её, проанализировать имеющиеся возможности, выбрать образ действий, а затем оценить правильность своего выбора.

К сожалению, ситуация не всегда предоставляет достаточно времени для того, что принять решение с использованием аналитических методик. Например, футболист во время матча действует в изменчивых и быстро меняющихся обстоятельствах. Он намерен реализовать некий план, но условия изменились, и необходимо принимать решение «на лету». Такой способ принятия решения называется автоматическим или естественным *(рис. 17-11B)*.

Автоматическое принятие решений

Пилот, оказавшийся в непредвиденной ситуации, может погибнуть, если при принятии каждого решения будет неукоснительно выполнять все положения той или иной аналитической модели. Для этого может просто не хватить времени. Тогда как в подобных обстоятельствах ему находить наилучшие решения для всех возникающих проблем?

Проводимые в последние десятилетия исследования в области механизмов принятия решений показали: столкнувшись с задачей высокой степени неопределённости, профессионал сразу начинает искать в памяти аналогичную ситуацию. Вместо того, чтобы сравнивать плюсы и минусы различных подходов, он быстро создаёт в воображении картину того, к чему может привести то или иное развитие событий. Профессионал выбирает первый рабочий вариант, который приходит к нему в голову. И хотя это может быть не лучший из возможных способов действия, часто он даёт вполне приемлемый результат.

Такой способ принятия решений обычно называют «естественным» или «автоматическим». Способность принимать автоматические решения присутствует у профессионалов широкого спектра специальностей: от пожарных до шахматистов. Очевидно, способность быстро принимать правильные решения основывается на умении распознавать закономерности и соответствия, что облегчает выбор в сложных ситуациях. Судя по всему, у профессионалов возникает умение мгновенно «почувствовать» ситуацию, ещё не начав искать решение. Их действия, в первую очередь, определяются прошлым опытом, который затем осмысливается и преобразуется в соответствии с новой ситуацией.

Такой «рефлекторный» способ принятия решений вырабатывается тренировками или приходит с опытом, а используется, прежде всего, в экстренных ситуациях, когда на применение аналитических моделей просто нет времени. Навыки естественного или автоматического принятия решений совершенствуются со временем, и пилот начинает использовать те инструменты и

Оперативные ошибки
Давление со стороны коллег Пилот может принимать неправильные решения, реагируя на слова или действия коллег вместо того, чтобы объективно оценить ситуацию.
Узость мышления Пилот демонстрирует узость мышления, проявляя неспособность в той или иной ситуации распознать изменения и справиться с ними.
«Одержимость» Эта предрасположенность влияет на принимаемые пилотом решения, создавая фиксацию на первоначальной цели или пункте назначения в сочетании с пренебрежением альтернативными способами действий.
«Синдром нырка» Заходя на посадку и стремясь совершить её во что бы то ни стало, пилот может испытать искушение снизиться ниже минимума аэродрома. Необходимо понимать, что при выполнении захода на посадку всегда есть возможность ошибки, и не бояться этого. Пилот должен уметь признаваться самому себе, что в определённых условиях посадка невозможна и нужно уходить на второй круг.
«Крысиный прыжок» Это происходит, когда пилот пытается сохранять визуальный контакт с землёй на малой высоте в условиях ППП.
Продолжение полёта по ПВП в СМУ Пилот, продолжающий полёт по ПВП в условиях ППП (СМУ), рискует потерять пространственную ориентацию и столкнуться с землёй или препятствием. Ситуация становится ещё более опасной, если пилот не имеет навыков полёта по ППП.
«Отставание от самолёта» Эта ошибка возникает тогда, когда пилот позволяет событиям или ситуации управлять своими действиями. Когда пилот постоянно испытывает ощущение неожиданности от того, что произойдёт в следующий момент, говорят, что он «отстал от самолёта».
Потеря позиционной или ситуативной осведомлённости В исключительных случаях «отставание пилота от самолёта» может привести к потере позиционной или ситуативной осведомлённости. Пилот может утратить представление о географическом положении ЛА или оказаться неспособным распознать ухудшение условий полёта.
Эксплуатация ЛА без достаточного запаса топлива Нарушение установленного инструкцией минимума запаса топлива обычно бывает результатом излишней самоуверенности пилота, ошибки планирования или намеренного пренебрежения нормативными документами.
Снижение ниже минимальной высоты по маршруту Упомянутый выше «синдром нырка» может возникать и во время маршрутной фазы полёта по ППП.
Выход за пределы полётных режимов Пилот, слишком высоко оценивающий лётно-технические характеристики своего ЛА и излишне уверенный в собственном лётном мастерстве, может оказаться в ситуации, когда ЛА выйдет за границы установленных для него полётных режимов.
Пренебрежение планированием полёта, предполётным осмотром и контрольным перечнем проверок перед взлётом Пилот может полагаться на свою кратковременную и долговременную память, лётное мастерство и хорошее знание маршрута, пренебрегая установленными процедурами и проверками. Такое особенно характерно для пилотов с большим опытом.

Рис. 17-12. Типичные оперативные ошибки, о которых должны знать пилоты.

модели, которые в наибольшей степени соответствуют его квалификации и опыту.

Оперативные ошибки

Хотя по мере накопления опыта пилоты обычно начинают всё чаще принимать решения в автоматическом режиме, увеличение опыта иногда влечёт за собой повышение числа оперативных ошибок. Под этим термином понимаются классические поведенческие ловушки, характерные для многих пилотов. Опытный пилот, как правило, старается сделать так, чтобы полёт прошёл в строгом соответствии с планом, пассажиры остались довольны, а график был соблюдён. Желание выполнить все перечисленные задачи может отрицательно повлиять на безопасность полёта и привести к нереалистичной оценке пилотом своих возможностей и лётного мастерства. Все опытные пилоты в какой-либо момент своей лётной карьеры становятся заложниками одной или нескольких из этих тенденций. Опасные тенденции (или модели поведения), в том числе перечисленные на *рис. 17-12,* и представляют собой оперативные ошибки, которые необходимо обнаруживать и устранять.

Управление стрессом

Все из нас почти постоянно испытывают стресс той или иной интенсивности. До определённого уровня стресс полезен, поскольку он позволяет человеку сохранять бдительность и предотвращает возникновение чувства самоуспокоенности. Стресс имеет накопительное действие и, если не принять необходимых мер, может, в конце концов, превратиться в невыносимое бремя. При возникновении стресса работоспособность обычно возрастает, достигает пика, а затем начинает стремительно падать, когда человек перестаёт справляться с давлением. Стресс может повлиять на способность

Факторы, вызывающие стресс
Окружающая среда Условия, связанные с состоянием окружающей среды: аномальные значения температуры и влажности воздуха, шум, вибрация, недостаток кислорода.
Физиологический стресс Физическое состояние: утомление, отсутствие необходимой физической подготовки, бессонница, нерегулярное питание (приводящее к падению уровня сахара в крови), различные заболевания.
Психологический стресс Социальные или эмоциональные факторы: смерть близкого человека, развод, болезнь ребёнка, понижение в должности или звании. Этот вид стресса может быть также связан с умственной нагрузкой, например, анализом сложной проблемы, управлением воздушным судном в сложных условиях или принятием ответственного решения.

Рис. 17-13. Факторы, вызывающие стресс. Стресс под влиянием условий окружающей среды, физиологический и психологический стресс существенным образом влияют на способность принимать разумные решения. Эти факторы оказывают сильное воздействие, особенно в периоды высокой рабочей нагрузки.

пилота принимать эффективные решения в ходе полёта. Есть две категории стресса — острая и хроническая. Обе подробно описаны в главе 16, «Авиамедицинские факторы».

Факторы, вызывающие стресс, могут увеличивать риск возникновения ошибок *(рис. 17-13)*. Помните дверь кабины, которая внезапно открылась, когда самолёт «Муни» набирал высоту на уровне 500 метров в ясный солнечный день? Это может испугать пилота, но стресс снизится, когда станет очевидным, что ситуация не представляет серьёзной опасности. Однако, если дверь кабины откроется во время полёта в СМУ, уровень стресса может оказать существенное воздействие на способность пилота решать даже простейшие задачи. Ключ к управлению стрессом лежит в умении остановиться, подумать и проанализировать ситуацию перед тем, как бросаться решать её. Обычно всегда есть время подумать, прежде чем начинать действовать.

Существует несколько методик, которые помогают управлять накоплением стрессов и предотвращать перенапряжение. Например, чтобы снизить уровень стресса, выделите в течение любого дня время на отдых и расслабление либо выработайте программу регулярной физической активности и выполняйте её. Для предотвращения перенапряжения сил научитесь более эффективно управлять собственным временем — так вы сможете избежать давления, связанного с нарушением графиков и срывом сроков.

Использование ресурсов

Чтобы принимать информированные решения во время полёта, пилот должен быть осведомлён о ресурсах, доступных ему в кабине пилотов и вне её. Поскольку необходимые инструменты и источники информации не всегда находятся в распоряжении пилота, важной частью обучения ПАР является выработка навыков обнаружения ресурсов. Ресурсы необходимо не просто обнаружить — пилот должен научиться определять, достаточно ли времени на использование того или иного ресурса и как это использование отразится на безопасности полётов. Например, помощь службы УВД может оказаться очень полезной, если пилот потерял ориентацию на местности, но в экстренных ситуациях на общение с диспетчером может не хватить времени.

Внутренние ресурсы

Один из наименее используемых ресурсов — человек в кресле справа от пилота (даже если пассажир не имеет опыта лётной работы). Когда это представляется возможным, КВС может обратиться к пассажирам с просьбой помочь в выполнении некоторых действий, например, отслеживать движение или прочесть перечень контрольных вопросов. Другие варианты помощи со стороны пассажира:

- сообщить о непредвиденных ситуациях, особенно если пассажир знаком с лётным трудом (странный запах или звук может привлечь внимание пассажира, который предупредит пилота о потенциальной проблеме);
- удостовериться, что шасси выпущено;
- отследить по высотомеру достижение определённой высоты при снижении;
- высказать мнение о логичности (или нелогичности) решения пилота.

Кроме этого, при принятии решения очень полезен устный инструктаж (который можно использовать вне зависимости от того, есть на борту пассажиры или нет). Например, пилот перед взлётом кратко оповестил пассажира о содержании прогноза погоды в точке назначения. К моменту установления связи с автоматизированной службой информации аэродрома прибытия (ATIS) погода существенно поменялась. Обсуждение изменённого прогноза привело к тому, что пилот заново проанализировал свои действия и пересмотрел некоторые из принятых решений *(рис. 17-14)*. Другие ценные внутренние ресурсы — находчивость, лётные навыки и мастерство. Улучшение этих характеристик означает рост внутренних ресурсов пилота.

При одиночном полёте важным внутренним ресурсом является речевая коммуникация. Опыт доказывает, что речевая коммуникация увеличивает эффективность действий; касание объекта при коммуникации ещё более повышает вероятность того, что действие приведёт к желаемому результату. По этой причине многие пилоты одноместных ЛА привыкают

Рис. 17-14. Когда это возможно, получите от пассажира подтверждение, что критически важные задачи выполнены в полном объёме.

читать перечень контрольных вопросов вслух; дойдя до наиболее важных пунктов, они прикасаются к соответствующему рычагу или переключателю. Например, чтобы удостовериться, что шасси выпущено, пилот может прочесть соответствующий раздел перечня; но если при этом он также прикоснётся к рычагу управления шасси, это будет служить подтверждением, что процедура завершена успешно.

Пилот должен хорошо знать всё оборудование и системы ЛА, который он эксплуатирует. Незнание даже малозначительных на первый взгляд деталей, например, является ли масляный манометр устройством прямого считывания или он соединён с датчиком, может стать причиной неправильного решения, которое приведёт к трагической ошибке.

Очень важным внутренним ресурсом кабины пилота являются вопросники (чек-листы). Они помогают пилоту удостовериться, что бортовые приборы и системы проверены, откалиброваны и работают надлежащим образом, и позволяют обеспечить выполнение правильных процедур при отказе той или иной системы или в случае аварийной ситуации. Студентам лётных школ, с неохотой использующим чек-листы, следует напомнить, что ими пользуются даже наиболее опытные пилоты, и чем совершеннее ЛА, тем это важнее. Кроме того, на борту обязательно должен находиться эксплуатационный справочник пилота, который незаменим во время предполётного планирования и для принятия мер при отказе бортового оборудования. Наиболее ценным ресурсом пилота, однако, остаётся способность эффективно управлять рабочей нагрузкой — вне зависимости от того, летит ли он один или в составе экипажа.

Внешние ресурсы

Наиболее важным внешним ресурсом пилота во время полёта являются диспетчеры УВД и специалисты служб обеспечения полётов. В целях обеспечения безопасного и упорядоченного воздушного движения в зоне аэропорта и вдоль маршрутов полёта служба УВД предоставляет пилотам информацию о схеме движения, радиолокационное наведение и помощь в экстренных ситуациях. Хотя ответственность за обеспечение максимальной безопасности полёта лежит на КВС, при возникновении проблем пилот всегда может обратиться к службе УВД за помощью *(рис. 17-15)*. Например, если пилоту необходимо произвести выравнивание перед посадкой, получить пеленг или снизить скорость, служба УВД окажет поддержку и может фактически стать частью экипажа ЛА. Помощь службы УВД не только снижает нагрузку на пилота, но также помогает ему принимать информированные решения.

Станции службы обеспечения полётов (ССОП) обеспечивают пилотов необходимой информацией перед полётом и во время него, связью со службами поиска и спасения, оказывают помощь пилотам в экстренных ситуациях, передают сообщения служб управления воздушным движением, бюллетени извещений пилотам (НОТАМы), погодные данные и информацию

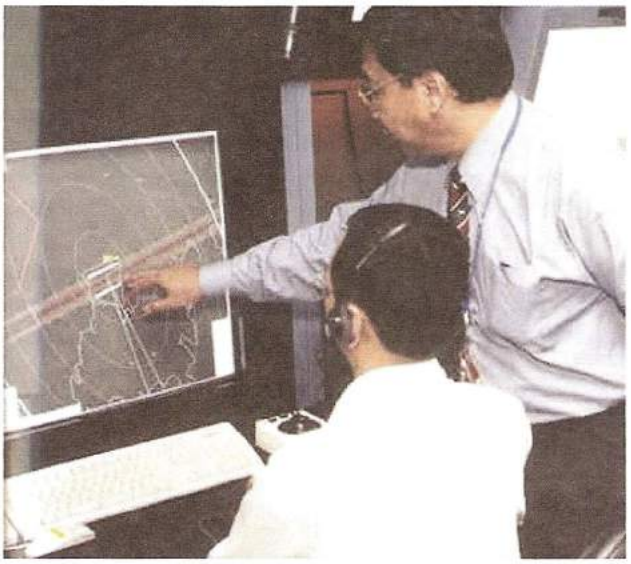


Рис. 17-15. Диспетчеры делают всё от них зависящее, чтобы обеспечить безопасность полётов.

Национальной системы УВД, получают и обрабатывают планы полётов по ППП, отслеживают данные средств навигации (NAVAID). Помимо этого, в некоторых случаях, ССОП предоставляют маршрутные консультативные услуги (Flight Watch), передают рекомендации служб аэропорта и таможенных служб (при международных полётах). Некоторые ССОП на Аляске передают записи прогнозов погоды и ведут метеорологические наблюдения.

Ещё один внешний ресурс, доступный пилотам, это УКВ-радиопеленгатор. Пилоты пользуются им, порой даже не вспоминая об его существовании. На протяжении многих десятилетий радиопеленгационное оборудование используется для обнаружения потерянных ЛА и указания маршрутов в зоны благоприятных погодных условий или к аэропортам. В особых случаях ЛА могут выполнять заход на посадку по радиопеленгатору.

Согласно статистике, помощь радиопеленгатора чаще всего оказывается необходима пилотам с недостаточным опытом полётов. Учитывая этот факт, процедура захода на посадку по радиопеленгатору рассчитана на обеспечение максимальной стабильности, включает в себя минимум поворотов и снижение без крена. Специалисты дублирующих радиотехнических средств дают пилоту необходимые указания и предупреждают о необходимости начала снижения. Движение под управлением радиопеленгатора приводит ЛА в определённую точку, например, к местоположению станции радиопеленга или к аэродрому. Для более полного ознакомления с процедурами движения по радиопеленгатору пилотам настоятельно рекомендуется пройти обучение по работе со средствами радиопеленга в условиях ПВП.

Осведомлённость в обстановке

Осведомлённость в обстановке — это правильное восприятие и понимание всех факторов и условий, относящихся к пяти фундаментальным элементам риска, которые определяют любую полётную ситуацию (полёт, пилот, ЛА, внешние условия и режим работы) перед полётом, во время и после него. Для улучшения осведомлённости в обстановке и получения более полного представления о происходящем пилоты используют радиосвязь — получают информацию о воздушном движении и погодных условиях и взаимодействуют со службами УВД.

Для сохранения осведомлённости в обстановке необходимо понимать относительное значение всех факторов, связанных с полётом, и их потенциальное влияние на развитие ситуации. Пилот, осознающий, что происходит, и имеющий полное представление об обстановке, не станет сосредотачиваться на каком-либо единственном факторе, даже если этот фактор очень важен. Пилоту необходимо не только знать географическое положение ЛА — он должен также хорошо понимать, в каком направлении развивается ситуация. Пилот, просто совершающий манёвры, не понимая, почему он это делает, может создать для себя дополнительные сложности при возникновении непредвиденной ситуации. Для сохранения осведомлённости в обстановке используются все навыки ПАР.

Препятствия к сохранению осведомлённости в обстановке

Утомление, стресс и чрезмерная рабочая нагрузка могут привести к тому, что пилот начнёт фиксироваться на единственном факторе, который он посчитает важным, теряя общую осведомлённость в обстановке. Многие авиационные происшествия начинаются с того, что внимание пилота отвлекается от контроля показаний бортовых приборов или отслеживания обстановки за пределами ЛА. Часто в основе лежит малозначительная проблема, например, сбой в работе какого-либо датчика. Концентрируя внимание на подобной «мелочи», пилоты иногда перестают надлежащим образом контролировать ЛА.

Управление рабочей нагрузкой

Эффективное управление рабочей нагрузкой достигается планированием, правильной расстановкой приоритетов и определением последовательности действий *(рис. 17-16)*. По мере приобретения опыта пилот учится предвидеть последующую рабочую нагрузку и использовать периоды затишья в работе для

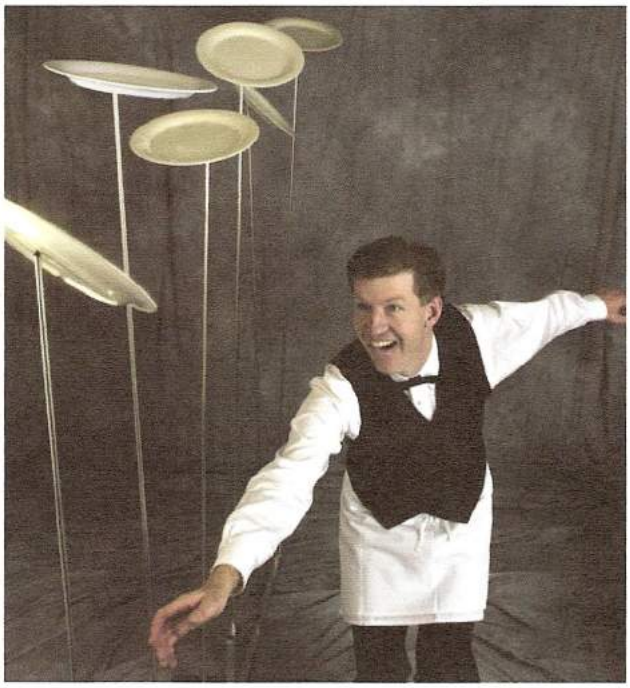


Рис. 17-16. Уравновесить рабочую нагрузку бывает непросто.

подготовки к этапам пиковой нагрузки. Для снижения рабочей нагрузки при подлёте к аэродрому рекомендуется заранее устанавливать рабочие радиочастоты на оборудовании связи. Помимо этого, следует внимательно слушать сообщения АТИС, автоматической системы наблюдения за поверхностью (ASOS) и автоматической системы контроля погоды (AWOS),а также отслеживать частоту командно-диспетчерского пункта аэродрома или общую частоту сообщений о воздушной обстановке (CTAF). Контрольных операций из стандартных чек-листов должны быть выполнены заранее, чтобы впоследствии не тратить на них время и иметь возможность полностью сосредоточиться на инструкциях службы УВД. Это особенно важно перед входом в области высокой плотности движения, например, в зону загруженного аэропорта (воздушное пространство класса В в США).

Важной частью управления рабочей нагрузкой является распознавание ситуаций, способных создать чрезмерную нагрузку на лётчика. Результатом высокой рабочей нагрузки может стать то, что пилот начнёт работать более напряжённо, но менее эффективно. По мере роста нагрузки пилоту приходится обращать внимание на несколько задач одновременно, и может возникнуть ситуация, когда он потеряет контроль над теми или иными факторами полёта. Перегруженный задачами, пилот перестаёт следить за всеми поступающими данными, и его решения, основанные на неполной информации, увеличивают вероятность ошибки *(рис. 17-17)*.

Когда возникает рабочая перегрузка, пилоту необходимо остановиться, подумать, успокоиться и расставить приоритеты. Нужно уметь снижать рабочую нагрузку. Например, если дверь кабины откроется во время полёта по ПВП, это практически не повлияет на рабочую нагрузку пилота. Но если такое произойдёт во время полёта по ППП, нагрузка вырастет более значительно. Поэтому умение правильно и всесторонне оценивать ситуацию, сохранять присутствие духа и рациональность мышления играет важную роль в снижении стресса и повышении безопасности полёта. Эти способности зависят от опыта, профессионализма и дисциплины пилота.

Управление рисками

Умение управлять рисками начинается с подготовки. Вот некоторые действие, которые пилот может выполнить для снижения общего риска:

- Оцените риски предстоящего полёта на основе собственного опыта. Используйте одну из методик оценки рисков. Например, если погодные условия неблагоприятны, а пилот не имеет достаточного опыта полётов по ППП, лучше всего отменить полёт.
- Введите пассажиров в курс дела, используя перечень вопросов SAFETY.

S Seatbelts — ремни безопасности. Должны оставаться застёгнутыми во время руления, взлёта и приземления.
Shoulder harness — плечевые ремни безопасности. Должны оставаться застёгнутыми во время взлёта и посадки.
Seatposition — положение кресел. Кресла должны быть установлены в вертикальное положение и закреплены.

A Airvents — вентиляционные отверстия, их расположение и управление вентиляцией.
All environmental controls — контроль за внешними условиями. Обсуждалось ранее.
Action in case of any passenger discomfort — действия в случае возникновения неприятных ощущений.

F Fire extinguisher — огнетушитель. Его расположение и использование.

E Exit doors — двери выхода. Как они запираются и открываются.
Emergency evacuation plan — план аварийной эвакуации.
Emergency/survival kit — комплекты жизнеобеспечения. Их расположение и содержимое.

T Traffic — воздушное движение. На что обращать внимание, в каких случаях оповещать пилота.
Talking — разговоры. Периоды «стерильной

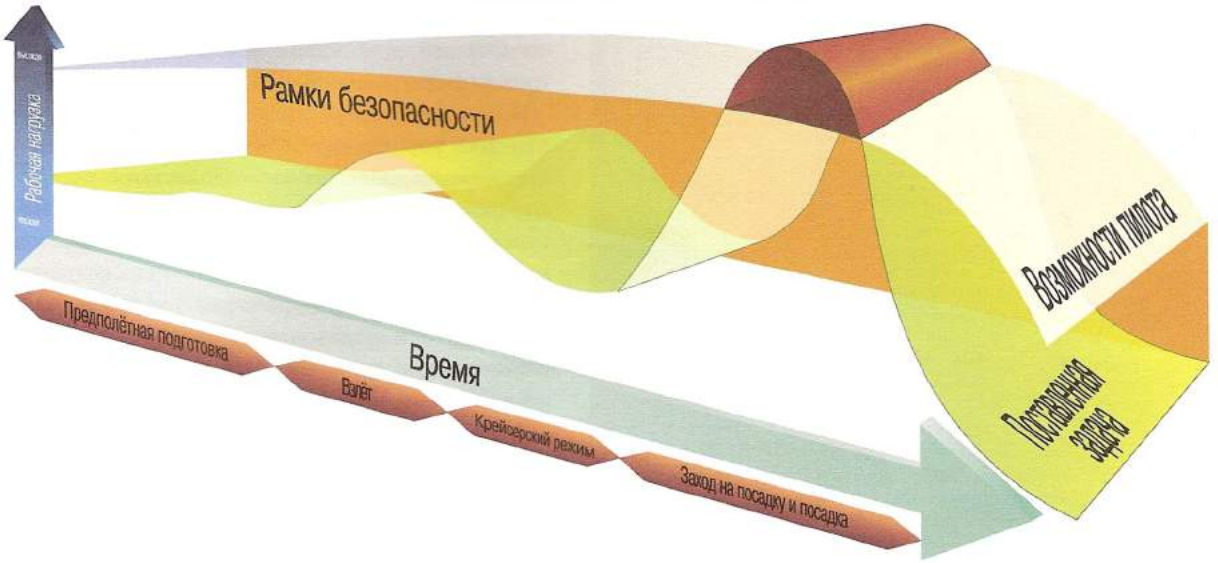


Рис. 17-17. В какой-то момент объём задач и рабочая нагрузка могут превысить возможности пилота. Когда такое происходит, задачи начинают выполняться недостаточно эффективно, а некоторые могут не выполняться вообще.

кабины», когда обращаться к пилоту можно только в экстренных случаях.

Y Your questions? — Есть вопросы? Задавайте!

- Помимо вопросов из списка SAFETY, обсудите с пассажирами возможность курения на борту, маршрутные высоты, время полёта, пункт назначения, погодные условия во время полёта, ожидаемую погоду в пункте назначения, средства управления ЛА и его общие возможности и ограничения.
- Используйте режим «стерильной кабины» (периоды полного молчания, когда пассажирам запрещено разговаривать с пилотом или между собой) с момента старта до достижения первой промежуточной высоты и выхода из местного воздушного пространства.
- Используйте режим «стерильной кабины» на подходе к аэродрому назначения — от первого радиолокационного пеленга или начала захода на посадку.
- Используйте периоды малой рабочей нагрузки, чтобы информировать пассажиров о ходе полёта.
- Поручите пассажиру в правом кресле выполнение простых задач (например, держать карту). Это позволяет несколько снизить нагрузку на пилота.

Автоматизация

В гражданской авиации автоматизированным обычно называется ЛА, оснащённый современными электронными бортовыми системами, которые включают в себя основной индикатор полётных данных (ОИПД), многофункциональный индикатор полётных данных (МИПД), аттестованное бортовое устройство глобальной системы определения координат (GPS) с отображаемыми маршрутами воздушного движения и рельефом местности и комплексный автопилот. Другое название таких ЛА — ЛА с усовершенствованным бортовым радиоэлектронным оборудованием (БРЭО). ЛА с усовершенствованным БРЭО обычно имеют в кабине пилотов два компьютерных дисплея — ОИПД (левый дисплей) и МИПД.

Создание автоматических бортовых электронных систем — важнейшее достижение авиационной технологии. Электронные ИПД позволили достичь значительного прогресса в отображении информации, необходимой пилоту. Пилоты получили доступ к электронным базам данных, содержащим информацию, за которой ранее нужно было обращаться к множеству инструкций и руководств, загромождающих кабину пилотов *(рис. 17-18)*.

Многофункциональные индикаторы полётных данных (МИПД) способны передавать изображение подвижных аэронавигационных карт в различных масштабах. Электронные дисплеи с высокой степенью детализации могут отображать всё воздушное пространство, в том числе, с учётом временных полётных ограничений. МИПД настолько удобны и наглядны, что многие пилоты при навигации полагаются исключительно на подвижные карты, совершая тем самым ошибку. Пилоты могут также получить из базы данных всю необходимую информацию об аэродромах вылета и назначения.

Многие пилоты используют электронные базы данных для планирования полётов и применяют автоматические инструменты полётного планирования вместо

Рис. 17-18. Электронные бортовые приборы отличаются широким разнообразием и обеспечивают пилотов самой различной информацией.

традиционных методов составления таблиц, прокладывания курса, определения навигационных пунктов (для полёта по ПВП) и расчёта веса и центровки с помощью эксплуатационных справочников и диаграмм. Каким бы методом при планировании полёта не пользовался пилот, важно помнить, что расчёты необходимо перепроверять и подтверждать.

Хотя автоматизация делает полёты более безопасными, автоматические системы не всегда помогают выявить ошибки, а иногда их использование может привести к возникновению дополнительных ошибок. Некоторые эксперты обеспокоены последствиями широкого распространения автоматических навигационных средств. В исследовании, опубликованном в 1995 году, Британская ассоциация пилотов авиалиний официально выразила озабоченность тем, что «пилоты авиалиний, целиком полагаясь на автоматику, утрачивают базовые навыки пилотирования».

Привычка полагаться на автоматику приводит к утрате основ лётного мастерства, что может повлиять на способность пилота действовать в условиях лётного происшествия (например, при внезапном отказе оборудования). Озабоченность растущей зависимостью пилотов от автоматических систем и потерей ими способности управлять ЛА в ручном режиме повышается вместе с увеличением количества ЛА, кабины которых оборудованы МИПД.

По мере распространения автоматизированных панелей управления и превращения их, по сути, в стандартный элемент кабины пилотов растёт обеспокоенность инструкторов и сервисных специалистов, опасающихся неожиданных побочных эффектов автоматизации. Вопреки ожиданиям, автоматические системы не снижают количество человеческих ошибок: руководители полётов сообщают, что их число возрастает в несколько раз. Как выясняется, при использовании автоматизированных панелей управления рабочая нагрузка на пилотов в фазе захода на посадку возрастает (по сравнению с нагрузкой на ЛА старого образца). В других случаях, автоматика способна вызывать у экипажа благодушие и самоуспокоенность. С течением времени растёт опасение, что чрезмерная зависимость от компьютеров приведёт к полной утрате пилотами навыков ручного управления ЛА.

Руководители лётных экипажей признаются, что постепенная утрата пилотами навыков ручного управления вызывает у них всё бо́льшую тревогу: ведь когда по тем или иным причинам пилоту понадобится взять на себя непосредственное управление ЛА, это может привести к непредсказуемым последствиям.

Некоторое время назад было проведено расширенное исследование, оценивающее эффективность работы двух групп пилотов. Первая группа (контрольная) состояла из пилотов, которые эксплуатировали старую модель распространённого двухмоторного реактивного лайнера, оборудованного аналоговыми бортовыми приборами. Во вторую (экспериментальную) группу включили пилотов, которые летали на таком же лайнере, но более новой модели — оборудованной системой электронных пилотажных приборов (EFIS) и системой управления полётом (FMS). Пилотов оценивали по способности контролировать такие параметры полёта, как курс, высоту, воздушную скорость, глиссаду и горизонтальное отклонение, а также по точности управляющих воздействий. Оценка производилась на тренажёре в ходе различных штатных, нештатных и экстренных манёвров, в течение 4 часов.

Результаты исследования

Когда пилотам, в течение нескольких лет эксплуатирующим EFIS, предлагалось выполнить различные манёвры в ручном режиме, параметры полёта и управляющие воздействия свидетельствовали о заметной потере лётных навыков. В ходе штатных манёвров (например, поворот по курсу без помощи командного пилотажного прибора) пилоты экспериментальной

группы допускали большее отклонение от заданных параметров, чем пилоты контрольной группы. В большинстве случаев отклонения не выходили за пределы практических тестовых стандартов, но пилоты из экспериментальной группы явно не могли удерживать ЛА на курсе по маяку и на глиссаде столь же точно и уверенно, как участники контрольной группы.

Разница в навыках ручного управления между пилотами двух групп ещё сильнее проявлялась во время нештатных манёвров (например, крутого захода на посадку). Получая противоречивые инструкции, пилоты самолётов с аналоговым управлением демонстрировали хорошие навыки расчётов в уме и обычно находили приемлемый промежуточный вариант. Пилоты самолётов с EFIS, напротив, погружались в вычисления, пытаясь найти способ выполнить противоречивые инструкции с помощью FMS *(рис. 17-19)*.

Другая ситуация, воссоздаваемая в условиях тренажёра, это внезапно возникающая необходимость изменения параметров захода на посадку. И снова, пилоты самолётов с аналоговым управлением относительно легко переходили на курсовой маяк параллельной ВПП, в то время как для пилотов самолётов с EFIS это оказывалось гораздо более трудной задачей — они затрачивали значительное время, пытаясь перепрограммировать FMS.

Наличие навыков работы с EFIS сегодня, несомненно, является важным факторов для пилота. И тем не менее, в конечной фазе полёта зачастую бывает гораздо эффективнее отключить автоматику и выполнять заход на посадку в ручном режиме. На момент проведения исследования общеотраслевые нормативные документы рекомендовали пилотам в максимальной степени использовать автоматику всегда, когда это возможно. С тех пор эта позиция претерпела изменения. В настоящее время пилотам рекомендуется самостоятельно принимать решения, в какой степени использовать автоматические системы в каждой конкретной ситуации.

Различие между пилотами двух групп ещё более явственно проявились при выполнении аварийных манёвров. В общем и целом, пилоты самолётов с аналоговым управлением привыкли полагаться на необработанные данные, поэтому в аварийной ситуации (например, при отказе двигателя и необходимости выполнять манёвры без помощи пилотажного командного прибора) они действовали уверенно и эффективно. И напротив, стандартные операционные процедуры того времени для самолётов с EFIS предполагали использование пилотажного командного прибора. Когда пилоты самолётов с EFIS лишались возможности использовать ПКП, эффективность их действий и качество выполняемых манёвров существенно падали.

Специалисты, анализирующие результаты тестов, отмечали, что пилоты контрольной группы, лучше владеющие автоматикой, обладают и лучшими лётно-пилотажными навыками. В опубликованных данных нет информации о том, овладели ли они этими навыками до или после начала эксплуатации автоматизированных систем. И тем не менее, результаты исследования указывают на то, что квалификацию пилотов в области управления автоматикой необходимо повышать. Выработанные в ходе исследования рекомендации и опыт позволили решить большинство выявленных проблем.

Пилотам необходимо совершенствовать лётное мастерство и навыки ручного управления ЛА в соответствии с требованиями, содержащимися в Стандартах практических пилотажных экзаменов FAA. Пилотам автоматизированных ЛА в целях сохранения навыков ручного пилотирования рекомендуется периодически отключать автоматику и осуществлять полёт в режиме ручного управления. Важно понимать, что EFIS облегчает пилотирование и снижает нагрузку на пилота, но его неправильное использование может привести к катастрофе. Подвижные карты, отображаемые электронными индикаторами, ни в коем образом не могут рассматриваться в качестве замены аэронавигационных карт или маршрутных карт полётов на малых высотах.

Использование бортового оборудования

Автопилот

На ЛА, управляемых единственным пилотом, применение автопилота позволяет существенно снизить рабочую нагрузку *(рис. 17-20)*. В результате пилот имеет возможность сконцентрировать внимание на выполнении других полётных задач. Это помогает повысить его осведомлённость в обстановке и снижает вероятность авиационных происшествий (в первую очередь, связанных с ландшафтом местности, над которой выполняется полет). В то время как оснащение воздушного судна автопилотом может и должно рассматриваться в качестве меры управления рисками, важно представлять себе степень опасности, вызванной отказом этого прибора. Если о неисправности автопилота известно ещё до взлёта, это может повлиять на оценку других рисков.

Например, пилот планирует выполнить заход на посадку по VOR-маяку на незнакомый аэродром, в ночное время, в условиях метеорологического минимума аэродрома. В такой ситуации пилот, скорее всего, будет всецело полагаться на помощь автопилота. Это освободило бы пилота от необходимости отслеживать параметры полёта. Таким образом, неисправный автопилот окажется тем единственным фактором, который

Рис. 17-19. Две аналогичных приборных панели оборудованы аналоговыми (вверху) и цифровыми индикаторами. Каковы полётные данные, отображаемые этими приборами? Пилот, привыкший к аналоговым приборам, скорее всего, вначале посмотрит на верхнюю иллюстрацию. И наоборот, пилот, прошедший обучение на ЛА с цифровыми индикаторами, в первую очередь посмотрит на нижнюю часть рисунка.

повысит риск авиационного происшествия до максимума. Поэтому необходимо предусмотреть альтернативный вариант. С другой стороны, если автопилот откажет в критический момент (момент пиковой рабочей нагрузки), пилот должен быть готов к немедленным действиям. При таком развитии событий обстоятельства, которые в другое время считались бы незначительными, могут привести к аварийной ситуации. Лучший способ заранее приготовиться к подобному повороту — всесторонне изучить вопрос перед вылетом и определить, какие именно действия необходимо будет совершить, если произойдёт отказ автопилота.

Глубокие знания

Как отмечалось выше, глубокое знание пилотом бортового оборудования эксплуатируемого им ЛА является критически важным фактором в обеспечении как эффективности работы, так и безопасности полёта. Недостаточное знакомство с любой из бортовых систем увеличивает рабочую нагрузку пилота и может, в конечном счёте, повлечь за собой потерю осведомлённости в обстановке. Таким образом, наличие глубоких знаний и подготовленность пилота должны рассматриваться как обязательное требование (аналогичное, например, требованию о наличии достаточного запаса топлива). Поверхностное знакомство пилота с эксплуатируемым ЛА и его бортовыми системами следует воспринимать как опасность с высоким потенциалом риска.

Умение использовать информацию бортовых систем

Автоматика может существенно помочь пилоту, но пользоваться всеми преимуществами бортовых систем может лишь тот, кто детально разбирается в их возможностях и функциях. Глубокое понимание позволяет сделать их использование более эффективным. Пилот должен совершать основные полётные манёвры, получая от основного индикатора полётных данных (PFD) только самый минимум информации. В эти манёвры входят развороты, набор высоты, снижение и заход на посадку.

Доведение навыков использования бортовых систем до автоматизма

При первом знакомстве электронные индикаторы полётных данных могут показаться недостаточно интуитивными в использовании. По мере понимания их возможностей и приобретения опыта работы с ними это впечатление исчезает. Компьютерные обучающие программы и тренажёры помогают пилотам привыкнуть к использованию цифровых бортовых систем. Чтобы закрепить знания, необходимы практические тренировки. Автоматизм в использовании бортовых систем не только повышает безопасность полёта, это также помогает существенно снизить рабочую нагрузку на пилота.

Необходимость избегать «зубрёжки»

Чтобы эффективно использовать автоматические системы, недостаточно просто заучить наизусть последовательность операций. Плохо, когда пилоту постоянно приходится думать о том, какую кнопку нажать следующей. Но не менее опасно механическое заучивание, которое заставит пилота постоянно использовать одни и те же наборы действий, даже если существуют более эффективные процедуры. Механическая «зубрёжка» указывает на поверхностное понимание принципов

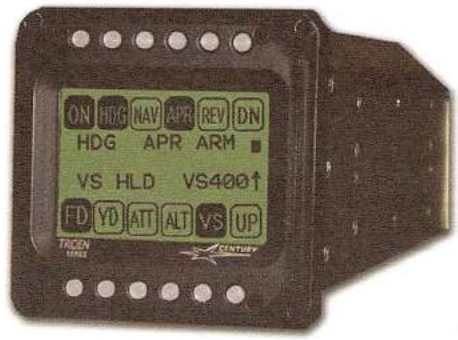


Рис. 17-20. Пример автопилота.

функционирования бортовых систем. Необходимо стремиться к достижению такого уровня профессионализма, при котором пилот будет знать, что делать, не задумываясь о том, «какую кнопку нажать следующей». Навыки и глубокое понимание эксплуатируемых систем помогают пилоту справляться со сложными задачами и высокой рабочей нагрузкой.

Знание различных пилотажно-навигационных платформ

Вопреки распространённому мнению, управление ЛА, оснащённым электронной САУ, требует того же уровня внимания, что и при управлении ЛА с аналоговыми бортовыми приборами и классической авионикой. Пилот должен хорошо представлять себе особенности использования электронных ИПД конкретного ЛА *(рис. 17-21)*.

При использовании электронных ИПД следует помнить о двух простых правилах.

- Умейте управлять ЛА в соответствии с требованиями Стандартов практических пилотажных экзаменов. Хотя многим это кажется маловажным,

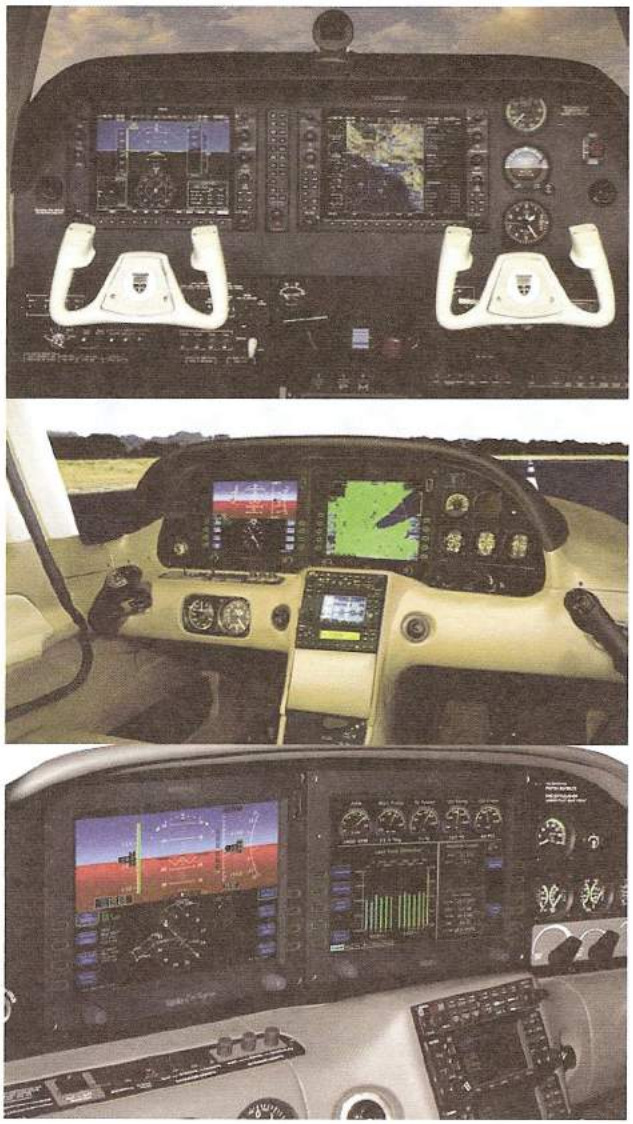


Рис. 17-21. Примеры различных пилотажно-навигационных платформ. Сверху вниз: «Бичкрафт Бэрон G58», «Циррус SR22» и «Циррус Энтегра».

умение управлять ЛА в соответствии со стандартами повышает лётное мастерство пилота и позволяет ему уделять большее время контролю бортовых систем, не распыляя внимание на несколько задач одновременно.

- Внимательно ознакомьтесь с инструкциями по использованию бортовых электронных систем ЛА, которым вам предстоит управлять.

Управление автоматическими системами ЛА

Прежде чем начать использовать бортовую автоматику, пилот должен научиться управлять ЛА. Обучение выполнению манёвров остаётся важным компонентов лётной подготовки, поскольку почти 40% всех происшествий в авиации происходит в фазе посадки, а это единственный этап полёта, который не может выполняться компьютером в автоматическом режиме. Ещё 15% авиационных происшествий происходят во время взлёта и первоначального набора высоты.

Среди официально признаваемых FAA проблем безопасности полётов присутствует и проблема использования БРЭО: пилоты склонны чрезмерно доверять бортовым системам, надеясь, что оборудование компенсирует ошибки и слабую подготовку пилота. С этим излишним доверием связана и роль ПАР. Неправильные аэронавигационные решения, вероятно, являются причиной наибольшего числа авиационных происшествий на самолётах, используемых для коммерческих маршрутных рейсов. Проведённое FAA исследование показало, что частота принятия неверных решений среди пилотов самолётов с усовершенствованным БРЭО выше, чем по отрасли в целом. Материалы исследования указывают на то, что, в большинстве случаев, причинами авиационных происшествий становятся факторы, напрямую не связанные с самолётом, а именно неопытность пилотов и последовательность принимаемых ими неудачных решений. В качестве одной из причин происшествий со смертельным исходом постоянно называются попытки продолжать пилотирование ЛА по ПВП в условиях ППП.

Таким образом, способность пилота к эффективным действиям в нормальных и чрезвычайных условиях определяется не только его механическими лётными навыками, но и умением воспринимать и анализировать информацию, отображающуюся на ЭИПП. Для безопасной эксплуатации самолётов с усовершенствованными БРЭО необходимо уметь управлять трёмя важнейшими факторами: информацией, автоматикой и рисками.

Управление информацией

Пилотам, незнакомым с ЭИПП, может показаться, что ОИПД, многофункциональный ИПД и экран навигатора GPS/УКВ отображает слишком много информации и перегружен разноцветными меню и подменю. Необученный пилот может «утонуть» в этом море информации, не зная, как вызвать на экран те данные, которые ему необходимы. Полезно помнить о том, что системы ЭИПП устроены аналогично настольным компьютерам, в которых некоторые папки хранятся на рабочем столе, а другие — внутри иерархической файловой системы.

Первое, что должен выработать в себе пилот ЛА с усовершенствованным БРЭО, это способность понимать систему на концептуальном уровне. Знание принципов

организации системы помогает пилоту управлять доступной информацией. Важно понимать: одного умения «крутить ручки» и «нажимать на кнопки» недостаточно. Понимание того, как работает усовершенствованное БРЭО, облегчает запоминание процедур и позволяет пилоту решать проблемы, о существовании которых он раньше и не догадывался.

Конечно, глубина понимания не бесконечна. Обычно для пилота не представляется возможным разобраться во всех тонкостях устройства сложных электронных бортовых систем. Помнить, что сюрпризы неизбежны, и постоянно учиться новому — гораздо более эффективный путь, чем пытаться механически запоминать последовательность операций и процедур.

Второй критически важный навык в управлении информацией — это умение остановиться, посмотреть и получить необходимые данные. Новички часто концентрируются на ручках и кнопках, пытаясь выучить наизусть, что и когда необходимо нажать, повернуть и сдвинуть. Для управления информацией, предоставляемой усовершенствованным БРЭО, гораздо эффективнее остановиться, посмотреть и получить данные. Привычка читать данные с дисплея перед тем, как начинать «нажимать, поворачивать и двигать», способна избавить пилота от множества неприятностей.

Задача пилота, находящегося перед индикаторами ЛА с усовершенствованным БРЭО, — анализировать информацию, управлять ею и правильно расставлять приоритеты.

Лётчики-инструкторы часто рекомендуют пилотам ограничить поток получаемой информации. Это можно сделать, в частности, настроив элементы ОИПД и многофункционального индикатора (МФИ) в соответствии с индивидуальными предпочтениями. Например, большинство систем позволяют использовать для ориентирования по карте такие варианты, как «north up» («север вверху»), «track up» («курс вверх», т.е. вверх по отношению к ориентации карты на экране), «DTK» («desired track up», «заданный маршрут вверх») и «heading up» («навигация по направлению вверх»). Рекомендуется выбрать что-либо одно и всегда использовать эту настройку. Другой способ — это установить (когда возможно), какое количество информации должно отображаться на индикаторе. Пилоты могут менять объём информации на экране в зависимости от условий конкретного полёта.

Поток информации может меняться даже в зависимости от выполняемой операции. Пилот имеет возможность менять последовательность отображения данных или отключать отображение информации, которая не требуется ему при выполнении конкретной операции. Примеры управления потоком информации при выполнении конкретной операции:

- установка различного масштаба карты на маршруте и в зоне аэропорта;
- отображение на МФИ страницы предупреждения о рельефе местности в ночное время, во время полёта в СМУ или вблизи гор;
- отображение на ОИПД блока «ближайший аэропорт» в ночное время или при полёте над неблагоприятной территорией;
- программирование канала метеоданных таким образом, чтобы он отображал данные METAR (метеосообщения с бортов ЛА).

Повышение осведомлённости в обстановке

Усовершенствованное БРЭО современных ЛА позволяют повысить осведомлённость пилота в обстановке. Хотя руководства по лётной эксплуатации в явном виде запрещают использование отображаемых на электронных ИПД подвижных карт, топографических сообщений, предупреждений о рельефе местности и каналов метеоданных в качестве основных источников информации, тем не менее, эти инструменты способны оказать пилоту неоценимую помощь в повышении осведомлённости в обстановке. Без тщательно продуманной стратегии управления информацией эти инструменты также могут свести роль пилота к второстепенным функциям «главного пассажира воздушного судна».

Представьте себе пилота, чья стратегия управления навигационной информацией ограничивается исключительно следованием за пурпурной линией на подвижной карте. Такая стратегия чревата серьёзнейшими последствиями, если прямой курс системы GPS будет проходить, например, через высокогорные районы или закрытое воздушное пространство, либо в случае сбоя в работе индикатора подвижной карты.

При правильной стратегии использование автоматизированных органов управления должно повышать осведомлённость в обстановке, а не снижать её. Всегда применяйте две простые процедуры — повторно проверяйте все получаемые от БРЭО данные и произносите «вопросы», возникающие к системе, вслух. Так вы сможете, как минимум, убедиться, что получаемые данные имеют смысл. Правильный ли пункт назначения был введён в навигационную систему? Произнесение вопросов вслух — даже на ЛА, управляемых одиночным пилотом, — это прекрасный метод сохранять осведомлённость в обстановке и одновременно управлять информацией.

Другие способы поддерживать осведомлённость в обстановке:

- Выполните полную верификационную проверку всех вводимых программ. Перед взлётом

проверьте правильность всей введённой в систему информации.

- Проверьте проложенный маршрут полёта. Перед взлётом убедитесь, что проложенный маршрут совпадает с запланированным. Занесите параметры планируемого маршрута, включая направления и длину всех отрезков, в рабочий дневник (на бумаге). Используйте дневник для анализа проложенного маршрута. Если первый маршрут не совпадает со вторым, не следует заранее предполагать, что «компьютер не ошибается», — проверьте правильность ввода всех данных.
- Проверьте параметры промежуточных пунктов маршрута.
- Используйте всё имеющееся на борту навигационное оборудование. Например, используйте всенаправленные курсовые маяки VOR или NDB, чтобы проверять показания навигатора GPS, и наоборот.
- Стремитесь к тому, чтобы управляющие действия, ожидаемые от САУ, соответствовали вашей собственной лётной квалификации. Оставайтесь в рамках индивидуальных ограничений.
- Выбирайте реалистичный маршрут полёта — это позволит сохранить осведомлённость в обстановке. Например, даже если бортовое оборудование позволяет проложить прямой маршрут полёта из Денвера, штат Колорадо, в Дестин, штат Флорида, очень велика вероятность того, что маршрут придётся изменить, чтобы обогнуть базу ВВС США Эглин.
- Всегда проверяйте набранные данные перед вводом. Например, простая ошибка при наборе данных, сделанная в период пиковой рабочей нагрузки, может привести к потере осведомлённости в обстановке.

Управление автоматическими средствами

Усовершенствованное БРЭО имеет несколько уровней автоматизации — от строго ручного до высоко автоматизированного управления полётом. Каждый из уровней автоматизации подходит лишь для определённого набора ситуаций, но для того, чтобы избежать потенциально опасной потери осведомлённости в обстановке, пилот должен уметь управлять индикатором отклонения от курса, навигационным прибором и автопилотом. Важно, чтобы пилот знал особенности конкретной системы, установленной на эксплуатируемом им ЛА. Пилот должен хорошо представлять, чего ожидать от системы, как контролировать правильность её работы, и какие действия необходимо предпринять, если система перестала работать надлежащим образом.

Например, на самом базовом уровне, управлять автопилотом означает в каждый момент времени знать, какие функции включены, а какие выполняются в фоновом режиме. Пилот должен удостовериться, что фоновые функции (например, отслеживание маршрута или снятие данных высоты полёта) включаются в нужное время. Управление автоматикой — ещё одна область, где очень помогает произнесение вопросов и команд вслух, особенно после внесения изменений в маршрут или высоту полёта.

На ЛА с усовершенствованным БРЭО для правильного управления автоматикой пилоту необходимо хорошо понимать, как автопилот взаимодействует с другими бортовыми системами. Например, в некоторых автопилотах изменение курса на электронном индикаторе горизонтального положения (МИПД) с GPS на курсовой маяк LOC/VOR в то время, как автопилот находится в режиме NAV (режим отслеживания курса), приводит к выходу автопилота из режим NAV. Поперечное управление автопилота будет оставаться в режиме ROL (уровень крыльев) до тех пор, пока пилот не предпримет действия по возвращению в режим NAV для отслеживания выбранного курса.

Управление рисками

Управление рисками — последний из трёх навыков, необходимых для эффективного пилотирования ЛА с СЭПП. Улучшенная осведомлённость в обстановке и возможности автоматизации, предоставляемые СЭПП, значительно повышают безопасность полёта и удобство управления, особенно в случае использования ЛА в качестве персонального транспортного средства. В то же время, остаётся риск, что снижение рабочей нагрузки приведёт к возникновению у пилота чувства самоуспокоенности и беспечности.

Люди, как правило, оказываются плохими контролёрами автоматизированных систем. Человек, которому поручено пассивно отслеживать работу автоматической системы на предмет отказов, аномалий и других относительно редких событий, обычно плохо справляется с таким заданием. И чем надёжнее система, тем хуже её контролирует человек. Например, пилот начинает следить исключительно за сигналами системы аварийного оповещения, не обращая внимания на ситуации, на которые эта система должна реагировать. Парадокс автоматизации заключается в том, что даже самое совершенное БРЭО может как повысить осведомлённость пилота, так и снизить её.

В связи с этим необходимо помнить, что электронные ИПД не способны заменить знания и навыки пилота. Они являются лишь инструментами для повышения безопасности полёта. Когда пилот начинает

верить, что электронные устройства освобождают его от необходимости владеть лётным искусством, риск авиационных происшествий многократно возрастает. Особенно важно понимать, что возможности электронных систем далеко не безграничны, особенно тех, которые устанавливаются на лёгкие самолёты. От КВС требуется умение принимать разумные аэронавигационные решения, которые иногда могут приводить и к отмене полёта.

Риск также возрастает, когда пилот прекращает отслеживать работу электронных систем. Переставая следить за показаниями электронных приборов и проверять результаты работы автоматических систем, пилот постепенно отстраняется от управления ЛА и превращается в самоуспокоенного «главного пассажира воздушного судна».

Подобное благодушие стала причиной следующей трагедии. В 1999 году в Колумбии многомоторный самолёт, управляемый двумя пилотами, врезался в один из хребтов горной системы Анд. При проверке СУП самолёта выяснилось, что пилоты ошиблись при вводе координат промежуточного пункта маршрута. Ошибка на один градус привела к отклонению маршрута почти на один километр относительно первоначально выбранного. Пилоты располагали правильными картами, на которых был обозначен их маршрут, и имели бумажный штурманский журнал, в который были занесены параметры каждого отрезка маршрута. Другими словами, пилоты обладали всеми необходимыми инструментами для контроля и отслеживания своего полёта, но вместо этого доверили управлять самолётом автоматике. Система сделала в точности то, на что её запрограммировали. Она привела самолёт к столкновению с горой, что повлекло за собой смерть нескольких человек. Пилоты утратили контроль над системой, создав тем самым неминуемую опасность для своей жизни и жизни пассажиров. Важно подчеркнуть, что риск возник из-за простой невнимательности экипажа. Пренебрегая необходимостью анализировать правильность действий автоматики, пилоты максимизировали риск, вместо того, чтобы минимизировать его. В данном случае абсолютно предотвратимое авиационное происшествие превратилось в трагедию из-за самоуспокоенности и халатности пилотов.

Пилот, осваивающий автоматическую СУП, должен понимать, что любая человеческая деятельность с использованием технических устройств неизбежно влечёт за собой определённый риск. Знания, опыт и чёткое выполнение поставленной задачи резко увеличивают вероятность благополучного и безопасного исхода полёта. ЛА с усовершенствованным БРЭО предоставляют пилоту множество новых возможностей и значительно упрощают выполнение базовых действий, но лишь в том случае, если пилот надлежащим образом обучен, а всё оборудование находится в исправном состоянии.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Краткий англо-русский словарь авиационных терминов

A

above ground level (AGL) над уровнем земной поверхности (УЗП)
absolute ceiling абсолютный потолок
accelerating жиклёр приёмистости
accountability считываемость
acrobatic спортивно-пилотажный
actuator гидроусилитель
adjustable-pitch propeller воздушный винт изменяемого шага
advection fog адвективный туман
adverse yaw обратное рыскание
aerodynamic аэродинамика
aeronautical аэронавигационный
aeronautical decision-making (ADM) принятие аэронавигационных решений (ПАР)
aeronautical information manual (AIM) сборник аэронавигационной информации
aileron элерон
air data computer (ADC) вычислитель параметров полёта (ВПП)
air intake впуск воздуха
air mass thunderstorm внутримассовая гроза
air traffic control служба управления воздушным движением (УВД)
air traffic control (ATC) служба управления воздушным движением (УВД)
aircraft летательный аппарат (ЛА)
aircraft flight manual (AFM) руководство по лётной эксплуатации (РЛЭ)
airflow воздушный поток
airflow separation отрыв потока
airfoil аэродинамическая поверхность
airframe планер
airport elevation превышение аэродрома
airport/facility directory (A/FD) справочник аэропорта и наземных служб
airspeed воздушная скорость
airspeed indicator (ASI) указатель воздушной скорости (УВС)
airworthiness полётопригодность
airworthiness directive (AD) директива по лётной годности
alternating current переменный ток
altimeter высотомер
altitude высота
altocumulus высококучевые (облака)
altostratus высокослоистые (облака)
angle of climb угол кабрирования
angle of incidence угол набегания
angular difference угловая разность
antiservo tab антикомпенсатор
anti-torque pedal педаль противовращения
approach заход на посадку
approach end торцевая часть (ВПП)
atmospheric stability невозмущённость атмосферы
attitude положение самолёта в воздухе
attitude heading and reference system (AHRS) курсовертикаль
attitude indicator указатель пространственного положения
automatic direction finder (ADF) автоматический радиопеленгатор (АРП)
aviation maintenance technician (AMT) авиационный техник
axis ось

B

balance центровка
balance tab сервокомпенсатор
balanced field length сбалансированная длина лётного поля
ballooning effect баллонный эффект
bank крен
bearing pointer указатель пеленга
best power mixture range оптимальное соотношение компонентов рабочей смеси
best rate-of-climb наибольшая скороподъёмность
blade лопасть
blade angle угол установки лопасти
blade loading нагрузка на лопасть
blast pad концевая полоса
boundary layer граничный слой
boundary layer separation отрыв пограничного слоя
brake тормоз
brake horsepower тормозная мощность
buffeting вибрация
bulkhead шпангоут
butterfly valve клапан-бабочка
bypass ratio степень двухконтурности

C

cabin кабина
cabin altimeter кабинный высотомер
cabin altitude высота давления в кабине
calibrated air speed (CAS) индикаторная воздушная скорость (ИВС)
camber кривизна
carbon fiber углеродное волокно
center of gravity (CG) центр тяжести (ЦТ)
center of lift точка приложения подъёмной силы
center of pressure центр давления
central hub центральная втулка
Central Standard Time Центральное стандартное время
centrifugal force центробежная сила
centripetal force центростремительная сила
chandelle боевой разворот
CG limit предел центровок
CG range диапазон центровок
cirrocumulus перисто-кучевые (облака)
cirrostratus перисто-слоистые (облака)
cirrus перистые (облака)
clean configuration конфигурация с убранной механизацией
clear air turbulence турбулентность при ясном небе
climb набирать высоту
climb performance характеристики набора высоты
climbing attitude набор высоты
cloud base нижняя кромка облачности
Code of Federal Regulations (CFR) Кодекс федеральных нормативных документов
collective рычаг «шаг-газ»
combustion chamber камера сгорания
commuter самолёт местных авиалиний
compass card картушка компаса
compass deviation компасная девиация
compass rose компасная «роза»
composite композитный материал
composite aircraft самолёт из композитных материалов
composite construction композитная конструкция
constant-speed propeller воздушный винт постоянной скорости
continuous power продолжительная мощность
control and compensator unit управляюще-согласующий блок
control column штурвальная колонка
control force управляющее усилие
control instruments приборы управления
control speed эволютивная скорость
control surface плоскость управления
control tower командно-диспетчерский пункт (КДП)
control wheel штурвал управления
control yoke штурвал
controlled flight into terrain (CFIT) контролируемый полёт в землю
convective currents конвективные потоки
conventional aircraft самолёт обычной схемы
conventional landing gear шасси обычной схемы
coordinated turn координированный поворот
corkscrewing спиральный
corrosion коррозия
course deviation indicator (CDI) указатель отклонения от курса (УКД)
course indicator указатель курса
course selector задатчик курса
cowl flap створка капота
crank рукоятка
crankcase картер
crankshaft коленчатый вал
crew resource management (CRM) управление ресурсами экипажа
cross-country flight маршрутный полёт
cruise power крейсерская мощность
cruising flight крейсерский режим
cruising speed крейсерская скорость
cuff носовой щиток
cumulonimbus кучево-дождевые (облака)
cumulus кучевые (облака)
cure time вулканизация
cyclic ручка продольно-поперечного управления
cylinder head головка цилиндра

D

dead reckoning счисление пути
delamination отслоение, расслоение
density altitude высота по плотности
design maneuvering speed расчётная скорость маневрирования
desired course заданный курс
deviation девиация
differential pressure gauge дифференциальный манометр
dihedral поперечное V крыла
directional control путевая управляемость
directional stability путевая устойчивость
discharge nozzle жиклёр
displaced threshold смещённый порог
distance measuring equipment дальномерное оборудование (ДО)
distance measuring equipment (DME) дальномерное оборудование (ДО)
disturbance атмосферные помехи
dive пикировать
downdraft нисходящий поток
downward понижающий

downwash снос потока
downwash flow скошенный поток
downwind по ветру
drag лобовое сопротивление
drift снос
drift angle угол сноса
dry adiabatic lapse rate сухоадиабатический градиент
dutch roll «голландский шаг»

E

Eastern Standard Time Североамериканское восточное время
electronic flight display (EFD) электронный индикатор полётных данных (ЭИПП)
elevator руль высоты
elevator control тяга руля высоты
embedded thunderstorm маскированная гроза
empennage хвостовое оперение
empty weight сухая масса
en route climb airspeed маршрутная скорость набора высоты
endurance продолжительность полёта
energy impact мощность
engine pressure ratio степень повышения давления в двигателе
engine roughness неуравновешенность двигателя
epoxy resin эпоксидная смола
estimated flight altitude расчётное время в пути

F

factor of safety коэффициент запаса прочности
fairing зализ
false start ложный запуск
Federal Aviation Administration (FAA) Федеральное управление гражданской авиации
Federal Communications Commission (FCC) Федеральная комиссия связи
fiberglass стекловолокно
field elevation превышение аэродрома
fin киль
final approach посадочная прямая
firewall теплозащитный кожух
fixed slot жёсткая щель
fixed-pitch propeller воздушный винт постоянного шага
flameout срыв пламени
flap закрылок
flare выравнивание (перед посадкой)
flight characteristics лётные характеристики
flight controls система управления полётом
flight deck кабина пилотов
flight director командный пилотажный прибор
flight display индикатор полётных данных
flight level эшелон полёта
adight load полётная нагрузка
flight log бортовой журнал
flight service station (FSS) станция службы обеспечения полётов
flightpath траектория полёта
flutter флаттер
flux gate compass магнитно-индукционный компас
flux valve магнитно-индукционный датчик
flying ability лётная способность
force of gravity сила тяготения
foreign object damage повреждение инородным телом
form drag профильное сопротивление
former вспомогательная нервюра
forward flight горизонтальный полёт
forward speed поступательная скорость
Fowler flap закрылок Фаулера
framework каркас
free-stream velocity скорость свободного потока
fuel cap топливная крышка
fuel flow расход топлива (в т.ч. часовой)
fuel load запас топлива
fuel manifold топливный коллектор
fuel metering device расходомер
fuel tank топливный бак
full authority digital engine control автономная цифровая система управления двигателем
fuselage фюзеляж

G

general aviation авиация общего назначения
gimbal карданный подвес
glidepath глиссада
glideslope глиссада
Global Positioning System (GPS) глобальная система определения координат
go-around уход на второй круг
gravity-feed безнапорный
gross weight полный полётный вес
ground effect эффект влияния земли
ground-adjustable propeller воздушный винт с переставляемыми на земле лопастями
groundspeed (GS) путевая скорость (ПС)
gust порыв ветра
gust load factor перегрузка от порыва ветра
gyroscopic action гироскопическое действие
gyro-stabilized гиростабилизированный

H

hang glider дельтаплан
heading indicator указатель курса
high thrust высокая тяга
high-tension lead провод высокого напряжения

horizontal situation indicator (HSI) навигационный плановый прибор (НПП)
horizontal stabilizer горизонтальный стабилизатор
horizontal tail surface горизонтальное хвостовое оперение
hot start горячий запуск
hovering зависший
hub втулка
hypoxia кислородное голодание

I

idle cutoff механизм остановки при малом газе
ignition switch выключатель зажигания
ignition system система зажигания
impact resistance стойкость к ударным нагрузкам
impeller крыльчатка
inclinometer кренометр
indicated airspeed (IAS) приборная воздушная скорость (ПВС)
induced drag индуктивное сопротивление
induction система забора воздуха
inflight emergency авиационное происшествие
in-line engine рядный двигатель
installation error аэродинамическая поправка
instrument approach заход на посадку по приборам
instrument error инструментальная погрешность
instrument flying handbook инструкция пилотирования по приборам
instrument landing system (ILS) инструментальная система посадки (ИСП)
instrument panel приборная доска
instrumental flight rules (IFR) правила полётов по приборам (ППП)
instrumentation бортовые приборы
insulation blanket изоляционное покрытие
intake manifold впускной коллектор
intake port впускное отверстие
intake valve клапан впуска
intercooler промежуточный охладитель
interference drag интерференционное сопротивление

J

jet fuel авиационный керосин

K

keel effect килевой эффект

L

land and hold short посадка и кратковременное ожидание
landing посадка
landing distance посадочная дистанция
landing gear шасси
landing roll послепосадочный пробег
landing speed посадочная скорость
landing threshold входная кромка
lapse rate вертикальный градиент
lateral поперечная
leading edge передняя кромка
leading edge flap предкрылок
level flight горизонтальный полёт
leveler выравниватель
lift подъёмная сила
lift capability несущая способность
lift to drag ratio аэродинамическое качество
lifting surface подъёмная поверхность
liftoff отрыв от земли
limit load factor коэффициент максимальной эксплуатационной перегрузки
load factor коэффициент перегрузки
load limit предельная нагрузка
load-carrying несущий (элемент, напр. обшивка)
long range navigation система дальней радионавигации
longeron лонжерон
longitudinal продольный
lubber line курсовая черта

M

magnetic north магнитное направление северного меридиана
magnetic variation магнитное склонение
main landing gear главная стойка шасси
main spar главный лонжерон
maintenance costs эксплуатационные расходы
maneuverability маневроспособность
maneuvering load factor коэффициент эксплуатационной перегрузки
maneuvering speed эволютивная скорость
manifold pressure давление наддува
manifold pressure gauge манометр наддува
maximum continuous power номинальная мощность
maximum gross weight максимальный взлётный вес
maximum load factor предельно допустимая нагрузка
maximum performance предельный режим
maximum structural cruising speed максимальная крейсерская скорость
mean aerodynamic chord средняя аэродинамическая хорда
mesh сетка
microburst микропорыв
microwave landing system (MLS) микроволновая система посадки
minimum controllable airspeed минимальная эволютивная скорость
missed approach уход на второй круг

mixer микшер
mixture control регулятор качества смеси
moist adiabatic lapse rate влажнодиабатический градиент температуры
moment arm плечо момента
monocoque монокок
motion sickness воздушная болезнь
Mountain Standard Time Горное время

N

National Aeronautical Charting Group (NACG) Национальная аэронавигационно-картографическая группа
National Airspace System (NAS) Национальная система УВД
National Weather Service (NWS) Национальная метеорологическая служба
never-exceed speed максимально допустимая скорость
nimbostratus слоисто-дождевые (облака)
nondirectional radio beacon (NDB) ненаправленный радиомаяк (НРМ)
normal climb штатный набор высоты
normal operating range диапазон рабочих режимов
normally aspirated engine двигатель с естественным наддувом
northerly turning error северная поворотная ошибка
nose heaviness тенденция к пикированию
nose over капотировать
nose-down attitude положение пикирования
nose-down trim балансировка пикирующего момента
nose-heavy перетяжелённый на нос
nose-high attitude положение с поднятой носовой частью, положение кабрирования
nose-low attitude положение пикирования
notice to airmen (NOTAM) извещение пилотам (НОТАМ)

O

obstacle clearance высота пролёта препятствий
oil pressure gauge масляный манометр
oil temperature gauge термометр масла
omnidirectional range beacon всенаправленный радиомаяк
one-turn spin одновитковый штопор
operating altitude рабочая высота
operating range рабочий диапазон
operating weight эксплуатационный вес
operational hour эксплуатационный час
orographic thunderstorm орографическая гроза
outflow valve выпускной клапан
outside air temperature (oat) температура наружного воздуха (ТНВ)

P

Pacific Standard Time Тихоокеанское стандартное время
pad прокладка
parasite drag паразитное сопротивление
payload полезный груз
performance лётно-технические характеристики (ЛТХ)
performance chart эксплуатационная таблица
performance Instruments приборы для контроля параметров движения
pictorial navigation indicator панорамный навигационный указатель
pilot-in-command командир воздушного судна (КВС)
pilot's operating handbook (POH) эксплуатационный справочник пилота (ЭСП)
pitch тангаж
pitch attitude положение по тангажу
pitching moment момент тангажа
pitching motion движение по тангажу
pitot tube приёмник воздушного давления
pitot-static system система приёмника воздушного давления
pivot point точка вращения
plain flap плоский закрылок
planform горизонтальная проекция
plotter протрактор
polyester resin полиэфирная смола
power available доступная мощность
power enrichment system система обогащения
power loading удельная нагрузка на мощность
power output полезная мощность
power required потребляемая мощность
power setting режим работы двигателя
power stroke рабочий ход
powered parachute парамотор
power-on stall сваливание на большом угле атаки
powerplant силовая установка
power-to-weight ratio отношение мощности к массе
precision approach path indicator (PAPI) указатель траектории точного захода на посадку (УТТЗП)
preflight briefing предполётный инструктаж
preflight inspection предполётный осмотр
preignition преждевременное зажигание
pressure altitude барометрическая высота
pressure differential перепад давлений
pressure gradient барический градиент
pressure type закрытого типа (напр., манометр)
primary flight display (PDF) основной индикатор полётных данных (ОИПД)
primary structure силовая конструкция
private pilot certificate лицензия пилота-любителя
procedure turn стандартный разворот

propeller воздушный винт
propeller disc area площадь, ометаемая воздушным винтом
propeller efficiency кпд воздушного винта
propeller shaft вал воздушного винта
propeller-driven винтовой (напр., самолёт)
propulsion system двигательная установка

R

radiation fog радиационный туман
radio magnetic indicator (RMI) радиомагнитный указатель
ram air набегающий поток воздуха
ramp weight стояночный вес
range дальность полёта
range indicator индикатор дальности
rate of climb скороподъёмность
rate of turn (ROT) угловая скорость поворота
rated horsepower номинальная мощность
rear spar задний лонжерон
rearward хвостом вперёд (т.е. назад)
receiver autonomous integrity monitoring (RAIM) автономный контроль целостности приёмника (АКЦП)
reciprocating engine поршневой двигатель
reference datum начало отсчёта
region of normal command зона нормального управления
region of reversed command зона обратного управления
relief valve предохранительный клапан
remote indicating compass дистанционный компас
restoring moment стабилизирующий момент
resultant velocity равнодействующая скорость
roll крен
rolling moment кренящий момент
rotational velocity угловая скорость
rotor несущий винт
rotor hub втулка несущего винта
rotor pitch шаг несущего винта
rough air область турбулентности
rudder руль направления
rudder trim путевая балансировка
runup опробование двигателя
runway взлётно-посадочная полоса (ВПП)

S

sailplane планёр
scavenge pump насос откачки
sea-level engine невысотный двигатель
segment участок
selective availability селективная доступность
semimonocoque полумонокок
service ceiling практический потолок
shaft power мощность на валу
shock wave ударная волна
sideslip скольжение на крыло
sink rate вертикальная скорость снижения
sinking effect эффект парашютирования
skidding скольжение на крыло (внешнее)
skidding turn разворот с внешним скольжением
skin friction поверхностное трение
slant range distance наклонную дальность
slat выдвижной предкрылок
slaving согласующий
slipping скольжение на крыло (внутреннее)
slipping turn разворот с внутренним скольжением
slip-skid indicator индикатор скольжения
slipstream спутная струя
slotted flap щелевой закрылок
solenoid электромагнитный клапан
solid state instrument твердотельный измерительный прибор
spanwise размах крыла
spark ignition engine двигатель с искровым зажиганием
spatial disorientation потеря пространственной ориентации
special use airspace особая зона воздушного пространства
specific endurance удельная продолжительность полёта
specific range удельная дальность полёта
spiral instability спиральная неустойчивость
split flap разрезной закрылок
spoiler интерцептор
stabilator стабилизатор
stability устойчивость
stagnation point точка застоя
stall сваливание
stalling angle критический угол атаки
stalling speed скорость сваливания
standard datum plane стандартная плоскость отсчёта
standard-rate turn разворот стандартной схемы
starter стартёр
starter motor пусковой двигатель
starting system система пуска
static source приёмник статического давления
steady flight установившийся полёт
stick ручка управления
stick pusher толкатель штурвальной колонки
stopway тормозная площадка
straight-and-level flight установившийся прямолинейный полёт
stratocumulus слоисто-кучевые (облака)
stratus, stratiform слоистые (облака)

stressed skin несущая обшивка
stringer стрингер
strut подкос, распорка, кронштейн
subcomponent субкомпонент
suction gauge вакууметр
supercharging наддув
surface weather map приземная синоптическая карта погоды
surface wind приземный ветер
sweepback прямая стреловидность крыла
swept wing стреловидное крыло

T

tab триммер
tail heavy перетяжелённый на хвост
tailwheel хвостовое колесо
takeoff взлёт
takeoff flightpath взлётная траектория
takeoff roll (run) разбег при взлёте
takeoff safety speed безопасная взлётная скорость
takeoff speed скорость отрыва
takeoff weight взлётный вес
taper сужение
taxiing руление
temperature limit температурный предел
terminal area chart схема зоны аэропорта
terminal velocity конечная скорость
threshold speed скорость прохождения порога
throttle дроссельная заслонка
throttle valve дроссельный кран
thrust тяга
thrust horsepower тяговая мощность
thrust line линия силы тяги
tie-down швартовка
tighten the turn снижать радиус разворота
tip законцовка (крыла)
torque крутящий момент
torque motor сервомотор
torque reaction реактивный момент
touchdown касание земли
touchdown speed посадочная скорость
track маршрут
trailing edge задняя кромка
trailing edge flap закрылок
trailing vortex концевой вихрь
tricycle landing gear трёхопорное шасси
trim drag балансировочное сопротивление
trim system система балансировки
trim tab position indicator указатель положения триммера
trim tab, trimming device триммер
trimming балансировка
trip time время полёта на маршруте
true airspeed (TAS) истинная воздушная скорость (ИВС)
true north истинное направление северного меридиана
truss member элемент фермы
truss structure ферменная структура
tubing тюбинг
tumble опрокидываться
turbine engine газотурбинный двигатель
turbocharger турбонагнетатель
turbofan engine турбовентиляторный двигатель
turbojet engine турбореактивный двигатель
turboprop engine турбовинтовой двигатель
turboshaft engine турбовальный двигатель
turbulent wake турбулентный след
turn coordinator координатор поворота
turn indicator индикатор поворота
turn rate indicator индикатор угловой скорости
turn-and-slip indicator указатель поворота и скольжения
turning moment момент вращения

U

ultimate load критическая нагрузка
unaccelerated flight установившийся полёт
unimproved airfield неподготовленный аэродром
Universal Coordinated Time Всемирное координированное время
unusable fuel невырабатываемый остаток топлива
upslope fog туман склонов
upward flow восходящий поток
usable fuel расходуемое топливо
useful load полезный груз
useful range эффективная дальность действия

V

variable incidence переменный угол атаки
variation склонение
vector analysis векторный анализ
venturi диффузор
vertical attitude положение по тангажу
vertical fin вертикальное хвостовое оперение
vertical speed indicator (vsi) вариометр
vertical stabilizer вертикальный стабилизатор
visual approach slope indicator (VASI) система визуальной индикации глиссады (СВИГ)
visual flight rules (VFR) правила визуальных полётов (ПВП)

W

wake turbulence турбулентность спутного следа
wash спутная струя
waste gate выпускной затвор

waypoint промежуточная точка
weather map синоптическая карта
wind correction angle (WCA) угол поправки на ветер (УПВ)
wind drift снос под воздействием ветра
wind shear сдвиг ветра
wind triangle ветровой треугольник
winds aloft верховые ветры
windshield лобовое стекло
wing heaviness тенденция к сваливанию на крыло
wing loading нагрузка на крыло
wing tank крыльевой топливный бак
wing wake спутная струя
wings-level без крена
wingspan размах крыльев
wingtip концевая часть крыла
wingtip vortex концевой вихрь крыла

Y

yaw рыскание
yaw damper демпфер рыскания
yawing moment момент рыскания
yield factor коэффициент запаса

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Используемые сокращения

A/FD	справочник аэропортов и наземных служб
AC	консультативный циркуляр
ADF	автоматический радиопеленгатор
AFSS	автоматическая станция службы обеспечения полётов
AIM	сборник аэронавигационной информации
AIRMET	метеорологическая информация для пилотов
ARSR	узкополосная авиационная радиолокационная станция кругового обзора
ARTCC	центр управления воздушным движением на авиалиниях
ASI	инспектор по авиационной безопасности
ASOS	автоматическая система наземного наблюдения
ATCRBS	радиолокационный маяк службы УВД
ATIS	автоматическая служба информации аэродрома
ATPL	лицензия пилота авиалинии
AVGAS	авиационный бензин
AWOS	автоматическая система наблюдения за погодой
CAS	индикаторная воздушная скорость
CDI	указатель курсовой девиации
CFA	зона ограниченного огня средств ПВО
CFR	Кодекс федеральных нормативных документов FAA
CPL	коммерческая лётная лицензия
CTAF	общая частота для сообщений о воздушной обстановке
DHS	Министерство внутренней безопасности США
DME	всенаправленный дальномерный радиомаяк
DPE	официальный экзаменатор FAA
DUATS	служба метеорологических сообщений прямого доступа
EAS	эквивалентная воздушная скорость
EFAS	служба консультаций на маршрутных полётах
EFIS	система электронных пилотажных приборов
EST	Восточное стандартное время
FA	авиационный прогноз по региону
FAA	Федеральное управление гражданской авиации США
FAASTeam	Рабочая группа безопасности полётов FAA
FADEC	автономная цифровая система управления двигателем
FD	прогноз верховых ветров и температуры
FMS	система управления полётом
FSDO	местное отделение Службы лётных стандартов
FSS	Федеральная комиссия связи США
GAMA	Ассоциация производителей авиации общего назначения
GPS	глобальная система определения координат
HIRL	огни ВПП высокой интенсивности
HIS	индикатор горизонтального положения
HIWAS	служба предупреждения об опасных ситуациях в полёте
IAS	приборная воздушная скорость
ICAO	Международная организация гражданской авиации
IFR	правила полётов по приборам
ILS	инструментальная система посадки
ISA	международная стандартная атмосфера
KCAS	индикаторная воздушная скорость в узлах
KIAS	приборная воздушная скорость в узлах
KTAS	истинная воздушная скорость в узлах
LAA	консультативная зона местног аэропорта
LAHSO	операции посадки и кратковременного ожидания
LIRL	огни ВПП низкой интенсивности
LLWAS	система предупреждения о сдвигах ветра на малых высотах
LOA	официальное разрешение на использование ЛА (выдаётся FAA)
LSA	лёгкий спортивный ЛА

METAR	наземные авиационные метеонаблюдения
MIRL	огни ВПП средней интенсивности
MN	Северный магнитный полюс
MOA	зона военных операций
MST	Горное время
MTR	маршрут учебного полёта военной авиации
MVFR	предельно допустимые правила визуального полёта
NACG	Национальная аэронавигационная картографическая группа США
NAS	Национальная система УВД США
NASA	Национальное агентство США по аэронавтике и исследованию космического пространства
NAVAID	навигационное средство
NDB	ненаправленный радиомаяк
NEXRAD	радиолокационная станция нового поколения
NM	морская миля
NOAA	Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы США
NSA	зона интересов национальной безопасности
NWS	Национальная метеорологическая служба США
OBS	задатчик курса
PAPI	указатель точной траектории захода на посадку
PIREP	метеорологическая сводка пилота
PPL	лицензия частного пилота
PST	Тихоокеанское стандартное время
PTS	стандарты практического тестирования FAA
RAREP	радиолокационная метеорологическая сводка
REIL	опознавательные огни торца ВПП
RFM	региональный менеджер FAASTeam
RMI	радиомагнитный указатель
RPL	любительская лицензия пилотирования
rpm	обороты в минуту
SAO	особая эксплуатационная зона
SD	сводка обнаружения гроз
SIGMET	сообщение об опасных погодных явлениях
SM	сухопутная миля
SPANS	система извещений программы обеспечения безопасности
TAF	прогноз погоды по аэродрому
TAS	истинная воздушная скорость
TFR	зона временных полётных ограничений
TRSA	зона обслуживания аэродромной РЛС
UNICOM	Универсальная объединённая система связи
UTC	Всемирное координированное время
VASI	визуальный индикатор заход на посадку
VFR	правила визуальных полётов
VLJ	сверхлёгкий реактивный самолёт
VOR	всенаправленный УКВ-радиомаяк
VORTAC	составная радионавигационная система
VOT	наземный тестовый радиопередатчик
WST	информация о существенных конвекционных погодных явлениях
АКЦП	автономный контроль целостности приёмника
АПА	аэродромный пусковой агрегат
АПП	аварийный приводной передатчик
АРК	автоматический радиокомпас
АРП	автоматический радиопеленгатор
АСМН	автоматическая система метеонаблюдения
АСНП	автоматическая система наблюдения за поверхностью
АТИС	служба автоматического оповещения о метеообстановке в районе аэродрома
АХ	аэродинамическая хорда
БРЭО	бортовое радиоэлектронное оборудование
БЭГ	блок электронных гироскопов
ВЛЭК	врачебно-лётная экспертная комиссия
ВПП	взлётно-посадочная полоса
ВПСИ	воздушное пространство для специального использования
ВРМ	всенаправленный радиомаяк
ВС	воздушная скорость
ВУМД	высота установленного маршрута движения
ДВТК	датчик воздушной температуры карбюратора
ДКБ	декомпрессионная болезнь
ДЛГ	директива по лётной годности
ЖК	жидкокристаллический
ИВС	истинная воздушная скорость
ИК	истинный курс
ИН	истинное направление
ИСУП	интеллектуальная система управления полётом
КВС	командир воздушного судна
КД	компасная девиация
КДП	командно-диспетчерский пункт
КМЭП	коэффициент максимальной эксплуатационной перегрузки
КТ	контрольная точка
ЛА	летательный аппарат
ЛТХ	лётно-технические характеристики

МВ	мощность на валу
МИПД	многофункциональный индикатор полётных данных
МН	магнитное направление
МФИ	многофункциональный индикатор
МЦИ	многоцелевой индикатор
НОТАМ	извещение пилотам
НПП	навигационный плановый прибор
ОВЧ	очень высокие частоты
ОИПД	основной индикатор полётных данных
ОО	оценка обстановки
ПАР	принятие аэронавигационных решений
ПВД	приёмник воздушного давления
ПВП	правила визуальных полётов
ПГО	переднее горизонтальное оперение
ПИТ	повреждение инородным телом
ПМКО	перечень минимального комплекта оборудования
ПМУ	простые метеоусловия
ППП	правила полётов по приборам
ПС	путевая скорость
ПСД	приёмник статического давления
РВП	расчётное время в пути
РД	рулёжная дорожка
РЛС	радиолокационная станция
РЛЭ	руководство по лётной эксплуатации
РМУ	радиомагнитный указатель
CST	Центральное стандартное время
САУ	система автоматического управления
САХ	средняя аэродинамическая хорда
СВИГ	система визуальной индикации глиссады
СВЛЭ	специалист врачебно-лётной экспертизы
СД	селективная доступность
СМУ	сложные метеоусловия
СОП	служб обеспечения полётов
СПВ	стандартная плоскость высоты
СПД	система питания двигателя
СПД	степень повышения давления
СПИ	сертифицированный пилот-инструктор
СПК	система подогрева карбюратора
СПМКО	стандартный перечень минимального комплекта оборудования
СПО	стандартная плоскость отсчёта
ССОП	станция службы обеспечения полётов
СУМ	средний уровень моря
СУП	система управления полётом
ТВГ	температура выхлопных газов
ТМ	тяговая мощность
ТНВ	температура наружного воздуха
УА	угол атаки
УАС	управление автоматическими средствами
УВД	управление воздушным движением
УВС	указатель воздушной скорости
УЗ	управление задачами
УЗП	уровень земной поверхности
УПВ	угол поправки на ветер
УПП	указатель пространственного положения
УПС	указатель поворота и скольжения
УР	управление рисками
УРЕП	управление ресурсами единственного пилота
УРЭ	управление ресурсами экипажа
УСП	угловая скорость поворота
УТТЗП	указатель траектории точного захода на посадку
ЦД	центр давления
ЦПС	центр подъёмной силы
ЦТ	центр тяжести
ЭВПП	электронный вычислитель параметров полёта
ЭИПП	электронный индикатор параметров полёта
ЭИУП	электронный индикатор управления полётом
ЭМ	эффективная мощность
ЭМВ	эквивалентная мощность на валу
ЭСП	эксплуатационный справочник пилота

Базирование
Обслуживание
Обучение
Продажа

Прогулочные полеты
самолеты ЦЕССНА и ПАЙПЕР
пилот-инструктор тел.: 8-916-234-42-49

Закрытое
акционерное
общество

„ПИРС-ЦЕНТР"

Проектирование зданий
и сооружений

Строительство зданий
и сооружений

Реконструкция и ремонт

Строительство частных
домов и коттеджей

119160, Москва, 1-й Голутвинский пер., д.3-5, стр.1
тел. 8 (916) 678-85-59

Научно-популярное издание
Энциклопедия пилота

Генеральный директор *Н.Л.Прохоровский*
Ответственный за выпуск *Ю.В.Петрушенко*
Перевод с английского *А.Х.Шнайдер*
Редактор *И.С.Митрюковский*
Корректор *А.Х.Шнайдер*
Дизайн, вёрстка *А.Пряжников*

ООО «Издательский дом «Осоавиахим»
Москва, ул. 7-я Кожуховская, 20.

Подписано в печать 30.06.2011. Формат 82 × 104 $^{1}/_{16}$.
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 5000 экз. Заказ № 111467.

Отпечатано в типографии ООО «Август Борг».
105264, Россия, г. Москва, ул.Верхняя Первомайская, д. 47, к. 11.

По вопросам оптовых закупок, рекламы,
с комментариями и предложениями обращайтесь
по тел. 8 (916) 234-4249
или по e-mail: yrap@rambler.ru.

НЕБО ДОСТУПНО КАЖДОМУ

ОСОАВИАХИМ

Книга «Энциклопедия пилота» является некоммерческим проектом. Все средства, вырученные от продажи книги, будут направлены на создание детско-юношеского авиационного клуба «Осоавиахим».

История общества «Осоавиахим»

Осоавиахим (Общество содействия обороне, авиационному и химическому строительству) – массовая добровольная общественная организация граждан Советского Союза, существовавшая в период с 1927 по 1948 годы.

Основной задачей организации было содействие укреплению обороноспособности страны через распространение авиационных и других военных знаний среди населения. В конце 20-х годов прошлого века Осоавиахим выступил инициатором нескольких масштабных перелётов, участвовал в создании серии легкомоторных самолётов для массового обучения авиационному делу. Во многих городах страны активно создавались аэроклубы, а в Москве был открыт Центральный аэроклуб СССР.

Переход к аэроклубной системе подготовки авиационных кадров без отрыва от производства способствовал значительному увеличению числа пилотов, обученных в оборонном обществе. В начале 30-х годов началось развитие парашютного спорта, массовое распространение получили планеризм и авиамоделизм.

К началу Великой Отечественной войны аэроклубы Осоавиахима подготовили 121 тысячу лётчиков, 122 тысячи парашютистов и 27 тысяч планеристов.

ISBN 978-5-9902982-1-7