

Абдукаюмов А.

Профессор кафедры «Системы аэронавигации»

Эгамназарова Д.

Магистрант кафедры «Системы аэронавигации»

Ташкентский государственный технический университет

им. И.Каримова,

Abdukayumov A.

Professor, Department of Air Navigation Systems,

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,

Egamnazarova Dilnosa

Master student of the Department of "Air Navigation Systems"

## ВЛИЯНИЕ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА МАРШРУТ ПОЛЕТА ВОЗДУШНОГО СУДНА.

*Аннотация:* При составлении маршрута полета необходимо учитывать множество факторов влияющие на полет воздушного судна, особенно, опасных метеорологических явлений. В данной работе мы ознакомились с опасными явлениями погоды.

*Ключевые слова:* метеорологические условия, полет, опасные явления погоды, осадки, ИКАО, высота.

## THE INFLUENCE OF DANGEROUS METEOROLOGICAL PHENOMENA ON THE FLIGHT MARCH OF AN AIRCRAFT

*Abstract:* When compiling the flight route, it is necessary to take into account many factors that affect the flight of an aircraft, especially dangerous meteorological phenomena. In this paper, we became familiar with dangerous weather phenomena.

**Key words:** *weather conditions, flight, hazardous weather, precipitation, ICAO, altitude.*

Воздушный транспорт - одна из наиболее зависимых от погоды отраслей народного хозяйства. Для обеспечения нормальной работы требуется самая полная, детальная информация о погоде, как о фактически наблюдающейся, так и об ожидаемой по прогнозу.

Метеорологические условия оказывают решающее влияние не только на экономические показатели работы транспортных средств, но и на безопасность движения; от состояния погоды и качества информации о ней нередко зависят жизнь и здоровье людей.

По данным Международной организации гражданской авиации - ИКАО, за последние 25 лет неблагоприятные метеорологические условия были официально признаны причиной от 6 до 20% авиационных происшествий; кроме того, еще в большем (в полтора раза) количестве случаев они явились косвенной или сопутствующей причиной таких происшествий. Таким образом, примерно в трети всех случаев неблагоприятного завершения полетов условия погоды сыграли непосредственную или косвенную роль.

По данным ИКАО, нарушения расписания полетов из-за погоды за последние десять лет в зависимости от времени года и климата района происходят в среднем в 1-5% случаев. Больше половины этих нарушений составляют отмены рейсов из-за неблагоприятных условий погоды в аэропортах вылета или назначения. Статистика последних лет показывает, что на отсутствие требуемых условий погоды в аэропортах назначения приходится до 60% отмен, задержек рейсов и посадок самолетов. Конечно, это средние цифры. Они могут не совпадать с действительной картиной в отдельные месяцы и сезоны, так же как и в отдельных географических районах.

3. Опасные для авиации явления погоды

К атмосферным явлениям, опасным для авиации, относятся грозы, шквалы (порывы ветра от 12 м/сек и выше, штормы, ураганы), туманы, обледенение, ливневые осадки, град, метели, пыльные бури, низкая облачность, турбулентность воздуха, вызывающая болтанку. Еще следует упомянуть опасность разрядов статического электричества в облаках, снежные заносы, слякоть и гололед на взлетно-посадочной полосе, и коварные изменения ветра в приземном слое над аэродромом, называемые вертикальным сдвигом ветра.

Гроза - атмосферное явление, при котором наблюдаются многократные электрические разряды (молнии) между облаками или между облаками и землей, сопровождаемые звуковым явлением - громом. Обычно при грозе наблюдаются обильные осадки в виде дождя, града и в очень редких случаях в виде снега.

Иногда отмечают грозы и без осадков; их называют сухими грозами.

Грозы бывают двух основных типов: внутримассовые и фронтальные.

Внутримассовые грозы образуются во влажном и неустойчивом воздухе внутри воздушных масс. Наиболее распространенной внутримассовой грозой является тепловая, или местная гроза, возникающая в результате нагрева воздуха от подстилающей поверхности. Тепловые грозы возникают летом после полудня и рассеиваются вечером. Внутримассовые грозы обычно возникают изолированно или располагаются друг от друга на расстоянии 20-30 км, поэтому самолет их может свободно обходить.

Фронтальные грозы развиваются на холодных и теплых фронтах.

Грозы на холодных фронтах - наиболее сильные; они возникают вследствие мощного подъема теплого воздуха по клину холодного воздуха. В результате в передней части холодного фронта в теплое время года образуются мощные кучево-дождевые (грозовые) облака с ливнями, нередко с градом и со шквалами, достигающими ураганной силы.

Грозы на холодном фронте усиливаются во вторую половину дня и ослабевают во второй половине ночи и утром.

Грозы на теплом фронте - сравнительно редкое явление; они развиваются в теплом неустойчивом воздухе, восходящем по клину холодного воздуха. Кучево-дождевые облака здесь бывают, скрыты слоистообразными облаками. Характерным для гроз на теплом фронте является то, что наиболее активными они бывают в вечерние и ночные часы.

Возмущение воздушных масс во время грозы является одним из самых опасных явлений для самолета и пилота. Броски самолета в возмущенном воздухе даже при наличии у самолета необходимой устойчивости и при высокой технике пилотирования летчика зависят не только от максимальной силы отдельных потоков воздуха, но также от последовательности, частоты и силы всех потоков, действующих на самолет.

Опасность для самолета и экипажа представляют мощные восходящие и нисходящие потоки воздуха внутри кучево-дождевых облаков и в непосредственной близости к ним, а также возможный разряд молнии в самолет.

Молния. В кучево-дождевых облаках могут создаваться электрические поля огромной напряженности, вследствие чего происходят искровые электрические разряды, которые называют молниями. Разряды бывают между облаком и Землей, между различными облаками и между отдельными частями одного и того же облака.

Большое напряжение электрического поля в облаке возникает в результате электризации облачных элементов и разделения разноименных зарядов. Эти процессы весьма разнообразны и происходят при изменении агрегатного состояния воды в облаках (замерзание, таяние и т. д.), а также при разбрызгивании капель воды и от разламывания ледяных кристаллов при их падении в воздухе.

Удар молнии в самолет может быть очень сильным и совсем слабым, называемым иногда статическим разрядом.

Самолеты, совершающие регулярные рейсы на авиалиниях, практически не могут избежать попадания в грозу, а также не могут обходиться без связи, заземляя антенну на корпус самолета. Поэтому сам самолет должен быть обеспечен средствами гроза защиты. Металлический корпус самолета сам по себе предохраняет находящихся внутри самолета пассажиров и членов экипажа от грозных разрядов.

Путем принятия соответствующих мер при производстве самолета опасность попадания грозного разряда внутрь машины через антенну можно ликвидировать. На современных самолетах может быть обеспечена полная защита экипажа от грозных разрядов, и самолеты должны будут обходить грозные зоны только для избежание сильной болтанки.

В большинстве случаев повреждения самолета от удара молнии не являются серьезными. Однако они всегда влекут за собой большие затраты. Самолет, подвергшийся удару молнии, должен быть снят с эксплуатации. Все связанное и навигационное оборудование должно быть проверено и вновь отрегулировано. Проведение этих работ, а также проверка всей конструкции самолета и ремонт поврежденных деталей ведут к потере дорогостоящего летного времени и увеличению непроизводительных расходов авиакомпании.

Шквалом называется внезапное усиление ветра с изменением его направления. Шквалы возникают обычно при прохождении резко выраженных холодных фронтов. Ширина зоны шквала 200-7000 м, высота до 2-3 км, протяжение по фронту сотни километров. Скорость ветра при шквалах может достигать 30-40 м/сек.

Резкая и непрерывная смена скорости и направления потоков воздуха является причиной той беспорядочной болтанки, которая знакома каждому, кто летал в возмущенном воздухе. Болтанка самолета похожа на тряску, которую испытывала бы автомашина, едущая по железнодорожным шпалам.

Резкие порывы ветра с большим градиентом скорости могут сильно увеличить нагрузки, действующие на самолет. Эти нагрузки увеличиваются с возрастанием скорости порыва и скорости самолета.

Туман и низкая слоистая облачность. Туман - это такое явление, когда взвешенные в воздухе капли воды или кристаллы льда уменьшают дальность видимости до 1 км и менее.

Туман образуется в результате конденсации водяного пара в непосредственной близости от земной поверхности. По своей физической природе туман подобен облаку. Часто одно явление переходит в другое. Например, когда туман приподнимается, то он преобразуется в низкие разорванно-слоистые облака.

Образование тумана связано главным образом с охлаждением приземного слоя воздуха. Туман сильно ограничивает горизонтальную и вертикальную видимость. Образование тумана происходит вследствие охлаждения воздуха до точки росы или вследствие насыщения воздуха водяными парами до такой степени, когда температура точки росы станет равной температуре воздуха.

Анализ аварий самолетов из-за тумана за период с 1947 по 1953 год показывает, что потеря направления при взлете, столкновение с препятствием непосредственно после взлета или при наборе высоты, посадка на неровном поле, приземление до посадочной полосы, выкатывание самолета за пределы посадочной полосы, аварии при посадке по приборам и т. п. происходили главным образом из-за ограниченной видимости.

Независимо от географического района и характера образования туман, ограничивающий видимость, продолжает оставаться одним из серьезных источников трудностей при взлете и посадке самолета.

Град. Хотя статистика показывает, что случаи гибели самолетов при попадании их в зону выпадения града очень редки, тем не менее, град является одним из наиболее опасных для самолета явлений при полете в грозу. Град повреждает главным образом носовую часть фюзеляжа и

переднюю кромку крыла; на переднем стекле фонаря, как правило, при полете с нормальной крейсерской скоростью образуется много трещин. Степень наносимых градом повреждений зависит от величины зерен града, от скорости полета и от прочности материала обшивки самолета. Из практики установлено, что зерна града диаметром менее 2 см производят в худшем случае незначительные повреждения обшивки самолета, а зерна града диаметром 5 см могут причинить самолету серьезные повреждения.

Несмотря на исследования, которые проводятся военными и гражданскими организациями с целью определения с помощью радиолокационных средств явлений погоды, в том числе и града, решение о возможности полета при той или иной погоде лежит на ответственности пилота.

Обледенение - отложение льда на обтекаемых частях самолета, силовых установках и внешних деталях его специального оборудования (антенны и т. д.) при полете в воздухе, содержащем переохлажденные капли воды.

Наиболее интенсивное обледенение наблюдается в тех облаках и в той части, где больше водность и крупнее капли. Практика показывает, что наиболее интенсивное обледенение бывает при температуре от 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Опасность обледенения связана с тем, что в результате отложения льда искажается форма профиля крыла и оперения, что приводит к ухудшению аэродинамических качеств самолета, к потере его устойчивости.

Однако пилот может не бояться обледенения, если он хорошо знает причины образования льда и умеет бороться с начавшимся обледенением самолета. Пилот должен по возможности избегать полетов в районах, где возможно обледенение. Он должен уметь бороться с образованием льда на наружных поверхностях самолета и во всасывающей системе двигателя.

Существуют активные и пассивные способы борьбы с обледенением.

Активный способ борьбы предусматривает применение противообледенительных устройств и является наиболее эффективным.

Для современных реактивных самолетов при горизонтальном полете активным способом борьбы с обледенением может явиться также маневр скоростью. Особенно эффективен этот способ для самолетов, имеющих большой запас скорости. При начавшемся обледенении форсирование скорости увеличивает кинетический нагрев. Когда температура в возмущенном потоке и на поверхности самолета оказывается положительной, удаление образовавшегося льда происходит в течение 1- 2 мин.

Пассивный способ борьбы с обледенением заключается в выходе из зоны обледенения и выборе соответствующего профиля полета. Так, при полетах в период теплой половины года следует снизиться в слой облачности с положительной температурой, а в период холодной половины года - набрать высоту в область более низких температур. Переход на другую высоту необходимо выполнять с максимально возможной вертикальной скоростью. Если при изменении высоты полета обледенение не прекращается и продолжать полет опасно, командир экипажа обязан немедленно произвести посадку на своем или запасном аэродроме.

Полеты в зонах обледенения на вертолетах и самолетах, не имеющих противообледенительных устройств, запрещаются.

Метель - явление переноса снега ветром в горизонтальном направлении, часто сопровождаемое вихревыми движениями. Различают три вида метели: поземка, низовая метель и общая метель.

Поземка - перенос сухого снега ветром непосредственно над поверхностью снежного покрова. Поземка возникает при скорости ветра 4-6 м/с, при этом снег поднимается до высоты в несколько десятков сантиметров.

Низовая метель - явление, схожее с поземкой, с той лишь разницей, что она бывает при более сильном ветре. При низовой метели снег поднимается до высоты в несколько метров.

Как поземка, так и низовая метель ухудшают видимость в самых нижних слоях атмосферы.

Общая метель характеризуется сильным ветром, поднимающим снег с земной поверхности, и выпадением снега из облаков.

Метели характерны для циклонов, периферии антициклонов и для фронтов. Они затрудняют посадку и взлет самолета, иногда делают их невозможными.

Пыльная буря - явление, аналогичное низовой метели, но с той лишь разницей, что пыльная буря бывает в южных степях и пустынях преимущественно летом, когда сильным ветром с поверхности земли поднимаются частицы песка или пыли, которые, за мутная атмосфера, резко ухудшают видимость.

Вертикальная мощность пыльных бурь может быть самой различной - от нескольких десятков сантиметров (пыльные и песчаные поземки) до нескольких десятков и даже сотен метров.

Турбулентность воздуха в верхних слоях тропосферы. Турбулентность воздуха на больших высотах при отсутствии облачности является одной из важных проблем метеорологии в последнее время. Это явление пока еще трудно поддается прогнозу. Хотя обычно турбулентность воздуха на больших высотах вызывается определенными условиями, которые можно предсказать заранее, тем не менее сильная турбулентность иногда отмечается и при отсутствии таких условий. Причины такого вида турбулентности остаются пока невыясненными. Турбулентность, о которой идет здесь речь, не следует смешивать с турбулентностью воздуха на малых высотах, связанной с явлением конвекции вследствие нагрева земной поверхности.

При полетах через тропопаузу всегда отмечается болтанка. Сила ее зависит от величины температурного перепада между тропосферой и стратосферой.

Если температурный градиент в тропопаузе небольшой, то переход от тропопаузы к стратосфере является постепенным. В этом случае турбулентность воздуха невелика.

Умеренная турбулентность возникает при небольшой толщине переходного слоя и небольшом повышении температуры в стратосфере.

Сильная турбулентность отмечается при малой толщине переходного слоя и большой разнице в температурах между тропосферой и стратосферой.

Основной причиной турбулентности воздуха на больших высотах при отсутствии облачности являются сильные встречные вертикальные течения воздуха. При большой разнице между скоростями соседних воздушных течений вследствие трения воздуха происходит завихрение пограничных слоев, которое вызывает сильную турбулентность.

Таким образом, на больших высотах, где проходят струйные течения, наблюдается турбулентность воздуха при отсутствии облачности. Недавно проводившиеся исследования показали, что наибольшая турбулентность наблюдается на северной стороне этих течений, где образуется гребень, и на южной, где образуется впадина.

Сдвиг ветра - это изменение вектора ветра (скорости и направления ветра) на единицу расстояния. Различают вертикальный сдвиг ветра и горизонтальный. Вертикальный сдвиг принято определять как изменение вектора ветра в метрах в секунду на 30 м высоты; в зависимости от направления изменения ветра относительно движения самолета вертикальный сдвиг может быть продольным (попутным - положительным или встречным - отрицательным) или же боковым (левым или правым). Горизонтальный сдвиг ветра измеряется в метрах в секунду на 100 км расстояния.

Сдвиг ветра является показателем неустойчивости состояния атмосферы, способной вызывать болтанку самолета, создавать помехи полетам и даже - при некоторых продольных значениях его величины - угрожать безопасности полетов. Вертикальный сдвиг ветра более 4 м/с на 60 м высоты считается опасным для полетов метеорологическим явлением.

Вертикальный сдвиг ветра, кроме того, влияет на точность приземления самолета, выполняющего посадку. Если пилот самолета не будет парировать его воздействие работой двигателя или рулями, то при переходе снижающегося самолета через линию сдвига ветра (из верхнего слоя с одним значением ветра в нижний слой с другим его значением), вследствие изменения воздушной скорости самолета и его подъемной силы, самолет сойдет с расчетной траектории снижения (глиссады) и приземлится не в заданной точке взлетно-посадочной полосы а дальше или ближе ее, левее или правее оси взлетно-посадочной полосы.

Безопасность движения самолетов на земле и в воздухе - это важнейший вопрос, касающийся гражданской авиации. Каждый полет самолета связан с учетом метеорологических условий. Успешное проведение полетов возможно только при правильном учете фактического состояния и ожидаемых изменений погоды.

Для удовлетворения потребностей воздушного транспорта в метеорологической информации оказалось необходимым создать специальные авиационные метеорологические службы.

Авиационная метеорология начинается с выбора местоположения аэропорта, определения направления и требуемой длины взлетно-посадочной полосы на аэродроме и исследует целый комплекс вопросов о состоянии воздушной среды, определяющем условия полетов. При этом значительное внимание она уделяет и вопросам чисто прикладным, таким, как составление расписания полетов, содержание и форма передачи на борт заходящего на посадку самолета информации о характеристиках приземного слоя воздуха, имеющих решающее значение для безопасности приземления самолета.

Влияние потребностей воздушного транспорта повлекло за собой техническое переоснащение метеорологических станций, использование

достижений радиотехники, электроники, телемеханики и т.п., а также совершенствование методов прогноза погоды.

Повышение безопасности полетов - прямая обязанность авиационных руководителей и летного состава, которые должны объединить свои усилия для достижения максимальных успехов в этой области. Летный состав должен уметь правильно оценивать метеорологические условия на земле и в воздухе, чтобы с большей эффективностью выполнять поставленные задачи и обеспечивать безопасность полетов.

### **Литература**

1. Бабушкин О.Л., Эгамбердиев Х.Т. Авиационная метеорология: Ташкент-2015.
2. Doc 9750. ICAO. Глобальный аэронавигационный план.
3. Doc 9854. ICAO. Глобальная эксплуатационная концепция ОрВД.
4. Doc 9758. ICAO. Основные принципы учета человеческого фактора в системах организации воздушного движения (ОрВД).
5. Doc 9824. ICAO. Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов.