

# Авиационная метеорология

**Опасные явления погоды**



# Опасные метеорологические явления

**Для полётов на низких уровнях, в том числе для полётов по правилам визуального пилотирования:**

- гроза;
- град;
- шквал;
- смерч;
- умеренная или сильная турбулентность;
- умеренное и сильное обледенение в облаках;
- обледенение любой интенсивности в осадках;
- явления, ухудшающие видимость до значения менее 10 км;
- горная волна;
- вулканический пепел.

# Опасные метеорологические явления

## По аэродрому:

- сильные ливневые осадки при видимости менее 1000 м;
- гроза на аэродроме;
- град;
- сильная турбулентность;
- сильный сдвиг ветра;
- сильное обледенение;
- шквал;
- смерч;
- пыльные и песчаные бури;
- переохлажденные осадки;
- переохлажденный туман;
- ветер у земли, скорость которого, с учетом направления относительно ВПП, превышает предельные значения, установленные для данного аэродрома, а также ветер со скоростью 15м/с и более любого направления;
- все явления, вызывающие ухудшение видимости менее, установленных для данного аэродрома, предельных значений;
- облачность (вертикальная видимость), высота которой ниже, установленных для данного аэродрома, предельных значений, если её количество 3 октанта и более;
- понижение температуры до  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже или её повышение до  $+40^{\circ}\text{C}$  и выше.

# Гроза

Гроза — сложное атмосферное явление, представляющее большую опасность для авиации, характеризующееся интенсивным облакообразованием и многократными электрическими разрядами, громом, ливневыми осадками.

В комплекс явлений, сопровождающих грозу и влияющих на производство полетов, входят:

- порывистые восходящие и нисходящие потоки воздуха с большими скоростями, приводящие к внезапным броскам ВС;
- интенсивное обледенение на всех высотах выше нулевой изотермы;
- электрические разряды в виде молний;
- град, вызывающий механическое повреждение ВС;
- сильные атмосферные помехи, нарушающие радиосвязь;
- ливневые осадки с ограниченной видимостью;
- шквалы и смерчи.

Гроза опасна еще и тем, что развитие сопровождающих ее явлений происходит быстро и неожиданно.



# Стадии развития грозового облака

Грозы возникают в кучево-дождевых (грозовых) облаках. Для образования грозового облака необходимо:

- вертикально направленные восходящие потоки воздуха (конвекция);
- большое влагосодержание воздуха (абсолютная влажность более  $13 \text{ г/м}^3$ ).

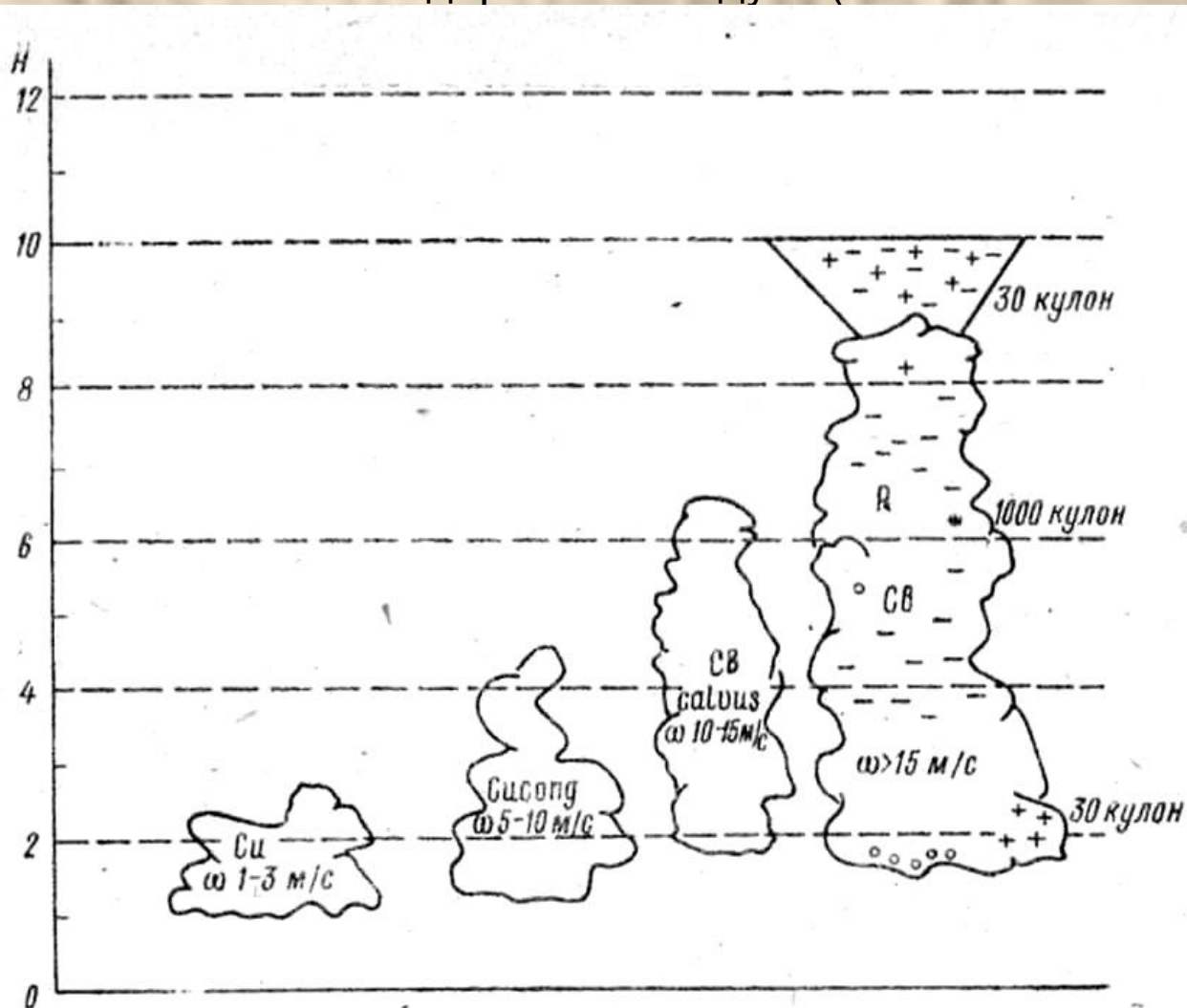


Рис. Стадии развития грозового облака

Условно развитие грозового облака можно разделить на три стадии:

- **1 стадия** - начальное развитие;
- **2 стадия** - максимальное развитие;
- **3 стадия** - разрушение.

Весь период развития грозового облака занимает от 3 до 5 часов.

# Классификация гроз

По условиям образования

**Фронтальные** – образуются на ХФ (70%) и на ТФ (30%)

**Внутримассовые** - располагаются на площади отдельными очагами на значительном расстоянии друг от друга, поэтому в полете их можно обойти

Грозы на ХФ образуются в любое время года и суток, но обостряются летом во вторую половину дня.  
Грозы на ТФ обр. в теплое время года преимущественно ночью или в утренние часы. Они носят скрытый характер, поэтому встреча с ними может произойти неожиданно.

**Конвективные** грозы, образуются в размытых барических полях – на периферии заполняющихся циклонов и в седловинах – из-за неравномерного прогрева подстилающей поверхности

**Адвективные** грозы образуются в тыловой части циклона и на восточной периферии антициклона при перемещении относительно холодной ВМ по теплой подстилающей поверхности. Эти грозы сопровождаются сильными ветрами у земли и на высотах.

**Орографические** грозы образуются на наветренных склонах гор, когда по этим склонам вверх поднимается теплая, влажная НВМ.

# Синоптическая обстановка возникновения гроз

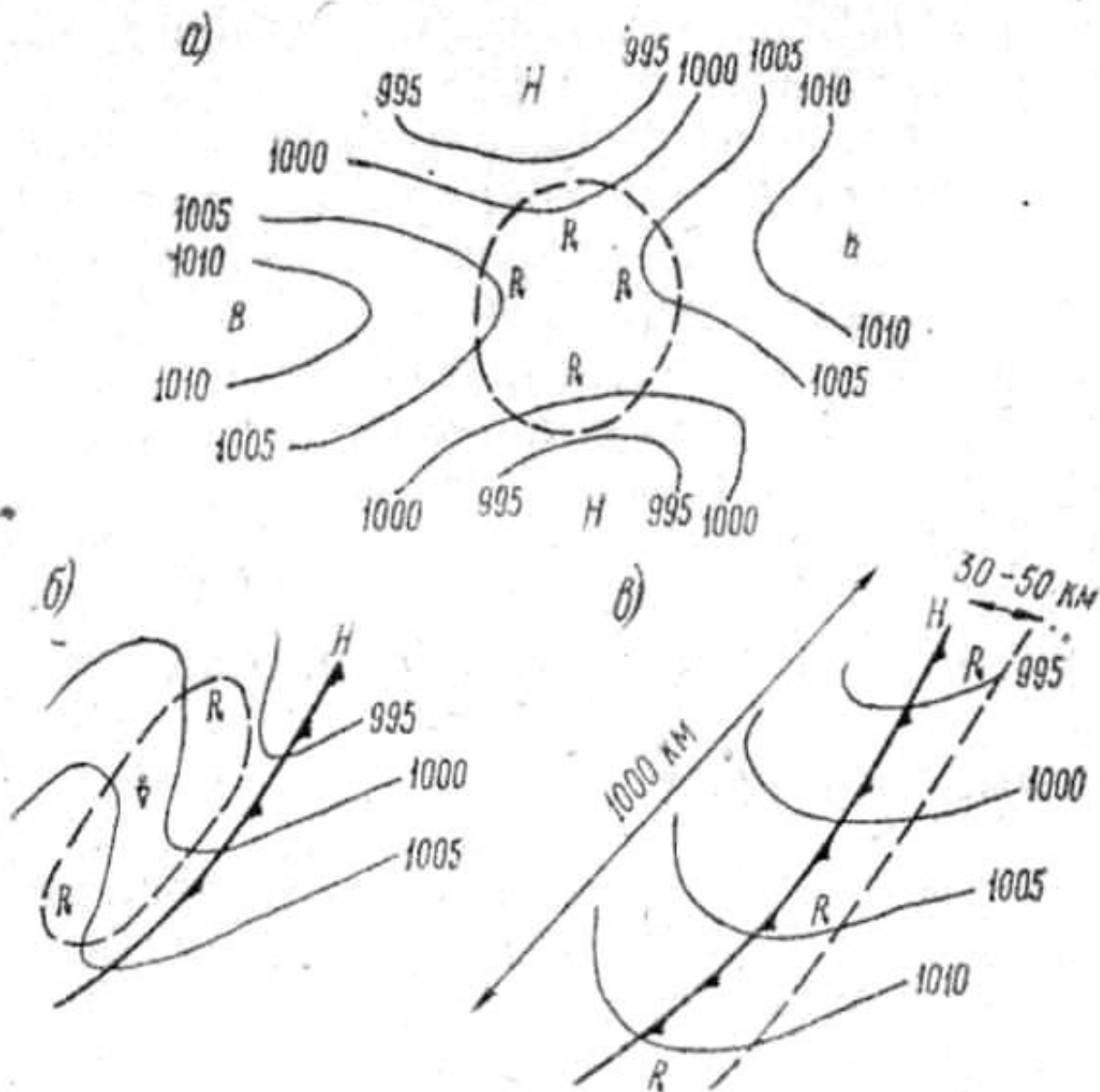


Рис. Синоптическая обстановка возникновения гроз:  
а — конвективных; б — адвективных; в — фронтальных

# Болтанка воздушных судов

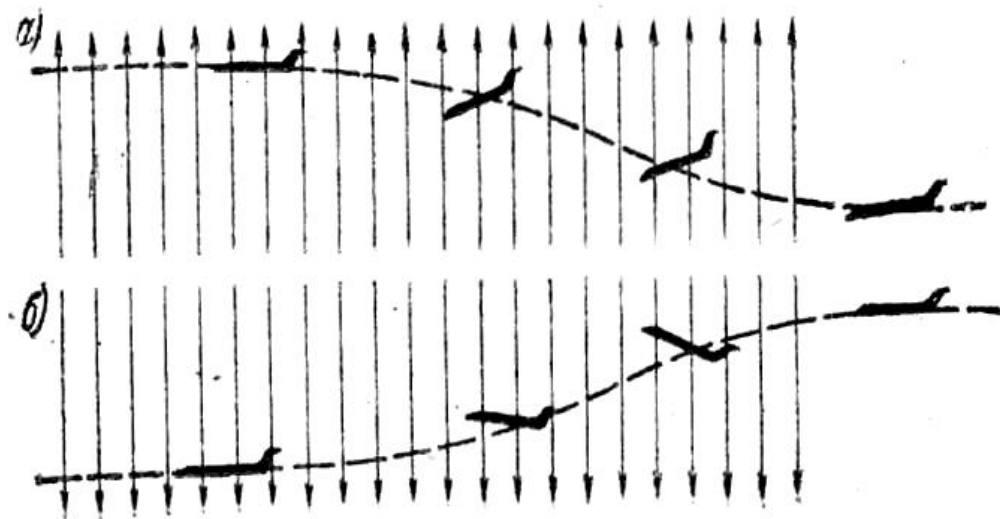


Рис. Воздействие на полет самолета потоков воздуха:  
а — восходящих; б — нисходящих

**Турбулентность** — это такое состояние атмосферы, при котором образуются неупорядоченные вихри разных размеров, возникают горизонтальные и вертикальные порывы ветра.

С турбулентностью атмосферы связаны порывистость ветра, перенос по вертикали водяного пара, ядер конденсации и других материальных частиц; она способствует вертикальному переносу тепла из одних слоев в другие, обмену количества движений между различными слоями и т.п.

Полет в турбулентной атмосфере сопровождается **болтанкой** — появлением знакопеременных ускорений линейных и угловых колебаний относительно центра тяжести. При длительном воздействии это нарушает комфорт пассажиров, приводит к повышенной утомляемости экипажа. Интенсивная турбулентность может быть причиной потери управляемости, повреждения и разрушения конструкции самолета.

Сильная болтанка значительно ухудшает устойчивость самолета. Попадая в интенсивный восходящий поток воздуха, самолет испытывает бросок вверх и переходит в пикирование. Сильный нисходящий поток воздуха бросает самолет вниз, при этом воздушное судно может выйти на большие углы кабрирования с последующим сваливанием на крыло или на нос.

На больших высотах из-за болтанки может произойти самовыключение двигателей вследствие резкого уменьшения поступающего в них воздуха.



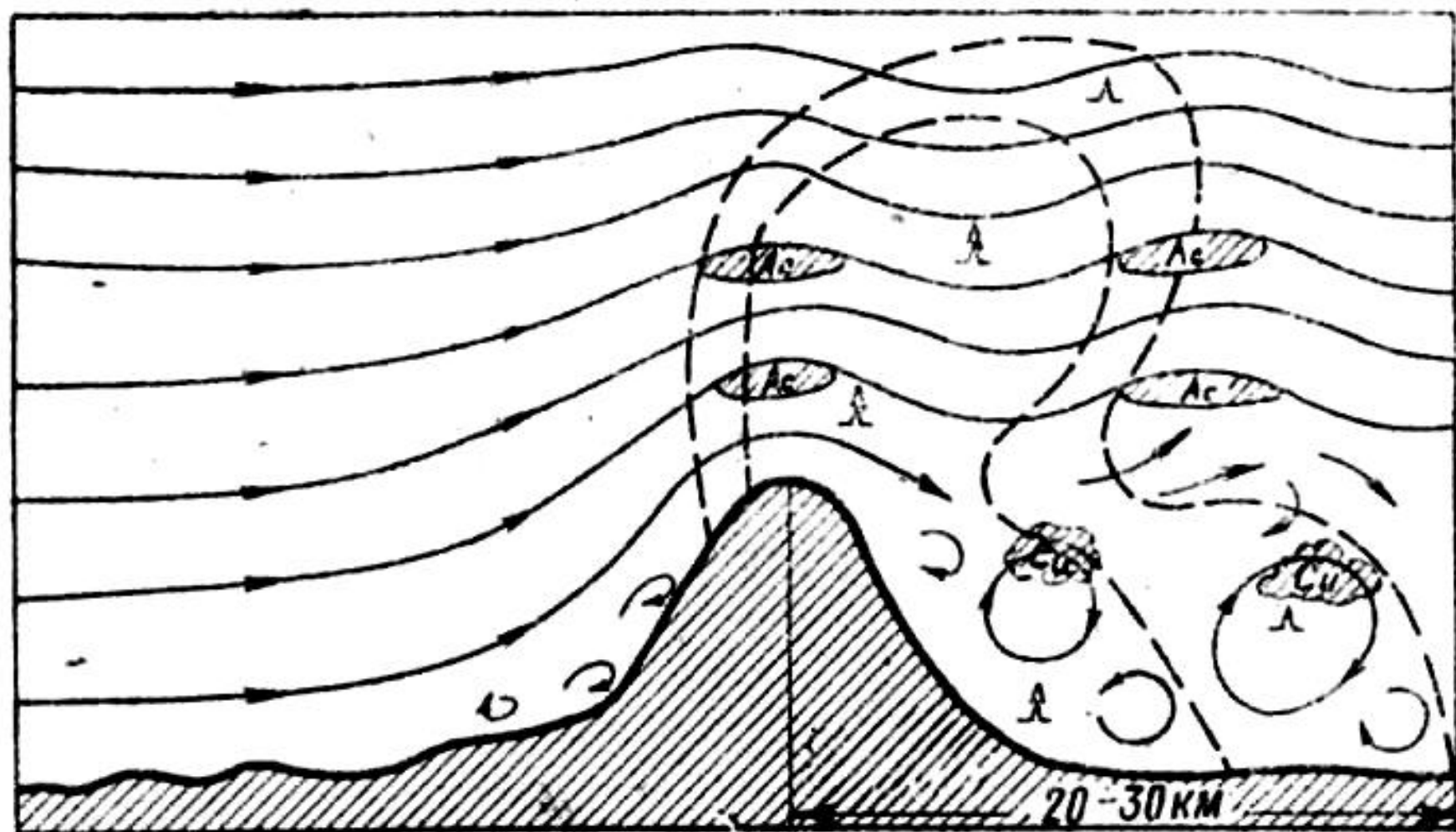


Рис. Схема расположения зон орографической турбулентности

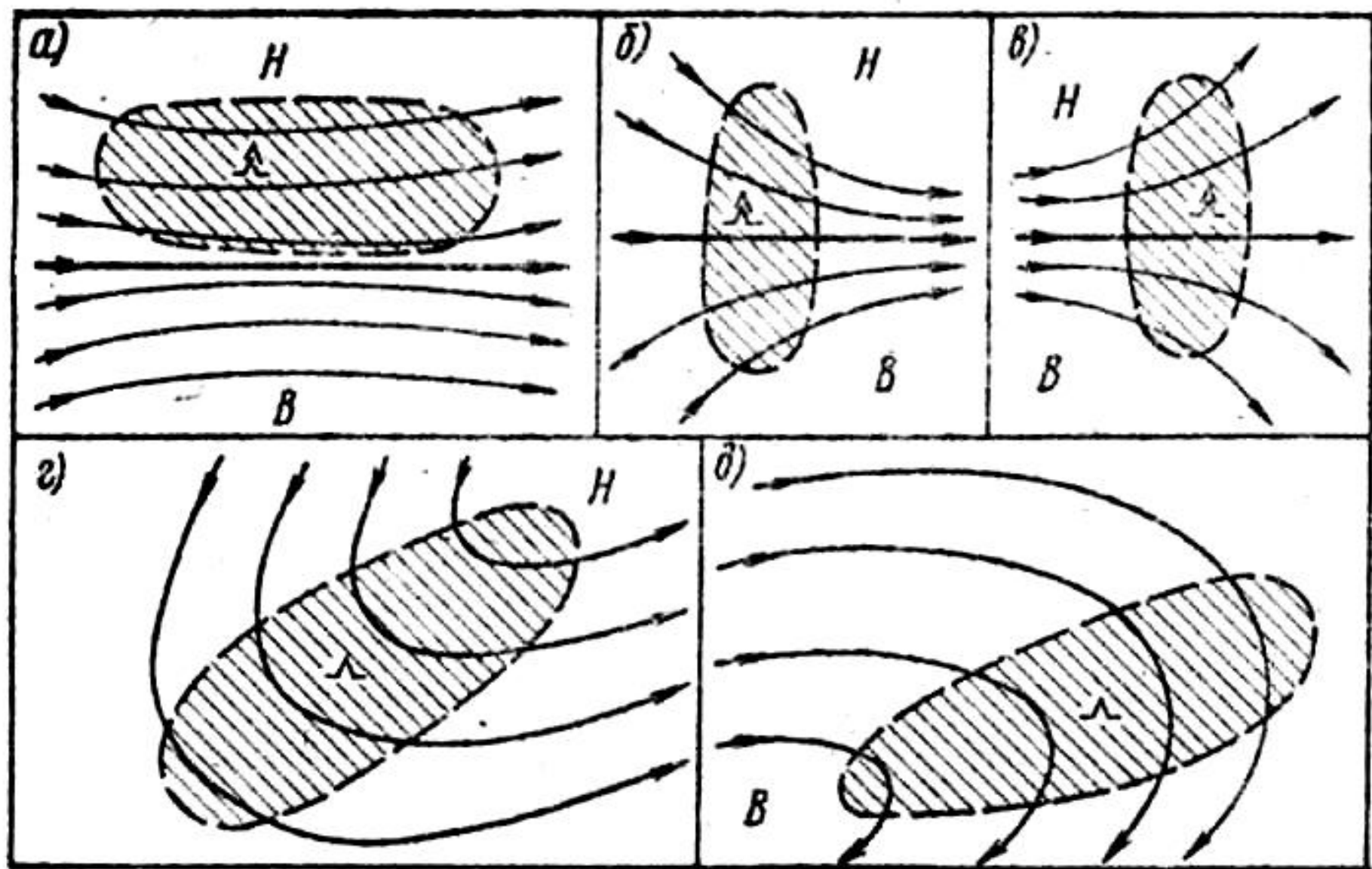


Рис. Расположение зон повышенной турбулентности

## Рекомендации по выполнению полетов в зоне турбулентности

1. В период предполетной подготовки необходимо изучить метеообстановку по маршруту или району полетов и определить возможные зоны с повышенной турбулентностью.
2. Перед входом в зону возможной болтанки и при внезапном попадании в нее пассажиры должны пристегнуться привязными ремнями.
3. При попадании ВС в сильную болтанку командир обязан принять меры для немедленного выхода из опасной зоны, в том числе с разрешения диспетчера изменить высоту полета.
4. При полетах по ПВП в горной местности на высотах менее 900 м и попадании ВС в зону сильной болтанки командир с разрешения диспетчера должен вывести из этой зоны ВС с набором высоты, возвратиться на аэродром вылета или следовать на запасной аэродром.
5. При попадании ВС в зону сильной болтанки, угрожающей безопасности полета, командир имеет право самостоятельно изменить эшелон с немедленным докладом об этом диспетчеру.
6. Вертикальные вихри, не связанные с облаками и обнаруживаемые визуально, экипаж обязан обходить стороной. Вертикальные вихри (смерчи), связанные с кучево-дождевыми облаками, обнаруживаемые визуально, экипаж обязан обходить на удалении не менее 30 км от их видимых боковых границ.
7. При попадании ВС в зону сильной болтанки на больших высотах выход из нее путем снижения допускается лишь до высоты не менее 500 м над верхней границей кучево-дождевых облаков.

# Обледенение ВС

**Обледенение** - это отложение льда в полете на различных частях ВС.

Необходимые условия обледенения - наличие в воздухе на высоте полета переохлажденных капель воды; отрицательная температура поверхности ВС. Обледенение наблюдается при температурах  $+2... -50^{\circ}\text{C}$ , наибольшая вероятность (98%) - в зоне температур  $0...-20^{\circ}\text{C}$ .

## Причины обледенения:

Сублимация водяного пара на поверхности ВС. Этот процесс происходит в ясном небе, когда холодное ВС попадает в более теплый и влажный воздух.

Замерзание переохлажденных капель воды, сталкивающихся с поверхностью ВС при полёте в облаках, осадках, тумане (основная причина обледенения).

Может быть при быстром снижении из более холодных верхних слоев атмосферы в нижние, более теплые слои или при входе в слой инверсии.

В ясную морозную погоду сублимация водяного пара на поверхности самолета может произойти и на земле, на стоянке.



Подсчитано, что с поверхностью крыла сталкивается приблизительно 10...20 % капель, находящихся в захватываемом им воздушном пространстве.

# Обледенение ВС

## Наибольшая вероятность обледенения

1. Наблюдается в капельно-жидких облаках. К таким облакам относятся низкие подинверсионные слоистые и слоистокучевые облака. Они отличаются повышенной водностью, так как осадки из них, как правило, не выпадают или бывают слабыми.

2. В смешанных облаках обледенение зависит от соотношения капель и кристаллов. Там где капель больше, вероятность обледенения увеличивается. К таким облакам относятся кучево-дождевые. В слоисто-дождевых облаках обледенение наблюдается при полете выше нулевой изотермы и особенно оно опасно при температурах  $0...-10^{\circ}\text{C}$ , когда облака состоят только из переохлажденных капель.

3. Наиболее тяжелое и интенсивное обледенение наблюдается при полете под слоисто-дождевыми и высоко-слоистыми облаками в зоне выпадающего переохлажденного дождя (это характерно для переходных сезонов, когда температура воздуха у земли колеблется в пределах  $0...-5^{\circ}\text{C}$ ).

# Обледенение ВС

**Интенсивность обледенения** - это толщина отложения льда в единицу времени на передней кромке крыла.

## Обледенение

Слабое (скорость нарастания льда менее 0,5 мм/мин)

Умеренное (0,5... 1 мм/мин)

Сильное (более 1 мм/мин)

## Факторы оказывающие влияние на интенсивность обледенения

**Температура воздуха.** Самое сильное обледенение в интервале температур от 0 ...-10 °С.

**Водность облаков.** Чем больше водность облака, тем интенсивнее обледенение. Самое сильное обледенение наблюдается в кучево-дождевых и слоисто-дождевых облаках при водности более 1 г/м<sup>3</sup>.

**Наличие и вид осадков.** В облаках, из которых выпадают осадки, интенсивность обледенения уменьшается, так как уменьшается их водность. Самое сильное обледенение - в ледяном дожде. В мокром снеге обледенение слабое и умеренное, в сухом снеге оно отсутствует.

**Размеры переохлажденных капель.** Чем крупнее капли, тем интенсивнее обледенение, так как они обладают большой силой инерции и, следовательно, тем больше капель осядет и замерзнет на выступающей поверхности крыла.

**Профиль крыла.** Чем тоньше профиль крыла, тем интенсивнее обледенение.

**Скорость.** При скоростях полета до 300 км/ч чем больше скорость полета, тем интенсивнее обледенение.

# Рекомендации по выполнению полетов в зонах обледенения

1. Перед полетом следует изучить метеообстановку. Для этого используют приземные синоптические карты, карты барической топографии, аэрологические диаграммы.
2. Запрещается взлетать на ВС, поверхность которых покрыта льдом, снегом или инеем.
3. Полеты в зонах обледенения на ВС, не имеющих допуска к эксплуатации в этих условиях, запрещаются.
4. В полете необходимо вести наблюдение за температурой наружного воздуха и перед входом в облака и осадки при температуре  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже включить противообледенительную систему.
5. Зимой из зоны обледенения следует уходить вверх, в сторону более низких отрицательных температур, летом - вниз, в сторону положительных температур.
6. Следует помнить, что признаками обледенения большой интенсивности является быстрое нарастание льда на стеклоочистителях и уменьшение приборной скорости.
7. Если принятые экипажем меры по борьбе с обледенением оказываются неэффективными и безопасное продолжение полета не обеспечивается, КВС обязан, применив сигнал срочности, по согласованию с диспетчером изменить высоту или маршрут для выхода в район, где возможно безопасное продолжение полета, или принять решение об уходе на запасной аэродром.
8. При заходе на посадку в условиях обледенения экипаж должен проверить, нет ли льда на крыле и оперении. При отсутствии льда посадка производится обычным способом. В случае отказа противообледенительной системы и невозможности выхода из зоны обледенения при наличии льда на стабилизаторе экипаж должен быть готов к возможности возникновения срыва потока на горизонтальном оперении. Одной из первых предупредительных мер является уменьшение угла отклонения закрылков. Посадку выполняют с уменьшенным углом отклонения закрылков, не допуская резкого пилотирования.
9. Время нахождения ВС в условиях обледенения должно быть минимальным.

## Сдвиги ветра в приземном слое, их влияние на выполнение полетов

Распределение ветра в приземном слое атмосферы (до высоты 100 м) оказывает большое влияние на выполнение взлета и посадки. Особенно опасным является резкое изменение ветрового режима вдоль траектории движения ВС, которое может оказаться совершенно неожиданным для экипажа. ВС пересекает самый нижний слой атмосферы в столь короткое время, что ограниченный запас высоты, скорости, приемистость двигателей не позволяют пилоту своевременно парировать влияние резкого изменения ветра. Изменение взлетно-посадочных характеристик под воздействием резкого ослабления или усиления ветра явилось в ряде случаев одной из главных причин летных происшествий.

Рис. Схема посадки самолета при ослабевающем встречном ветре:

--- — предполагаемая; — — действительная траектории движения

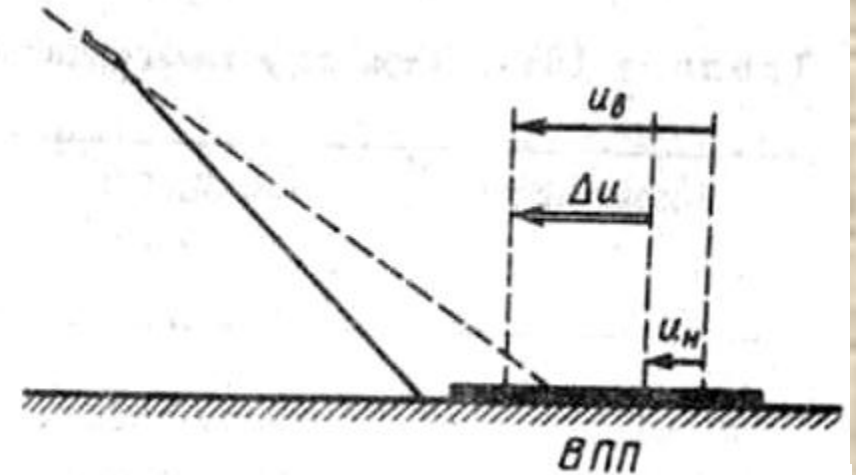
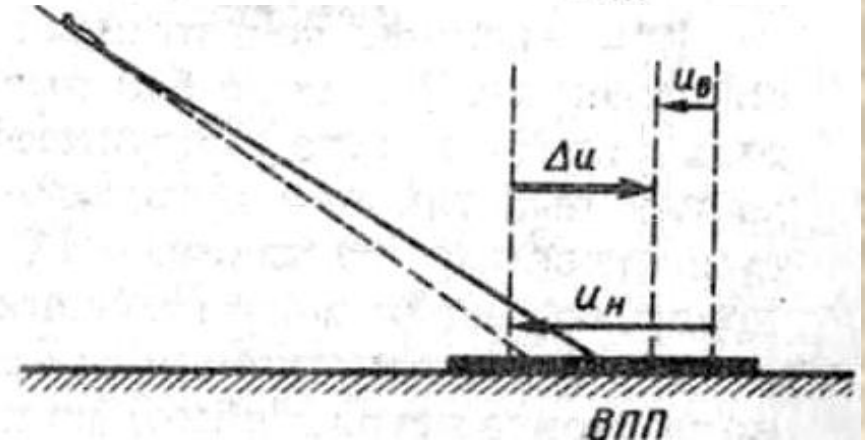


Рис. Схема посадки самолета при усиливающемся встречном ветре





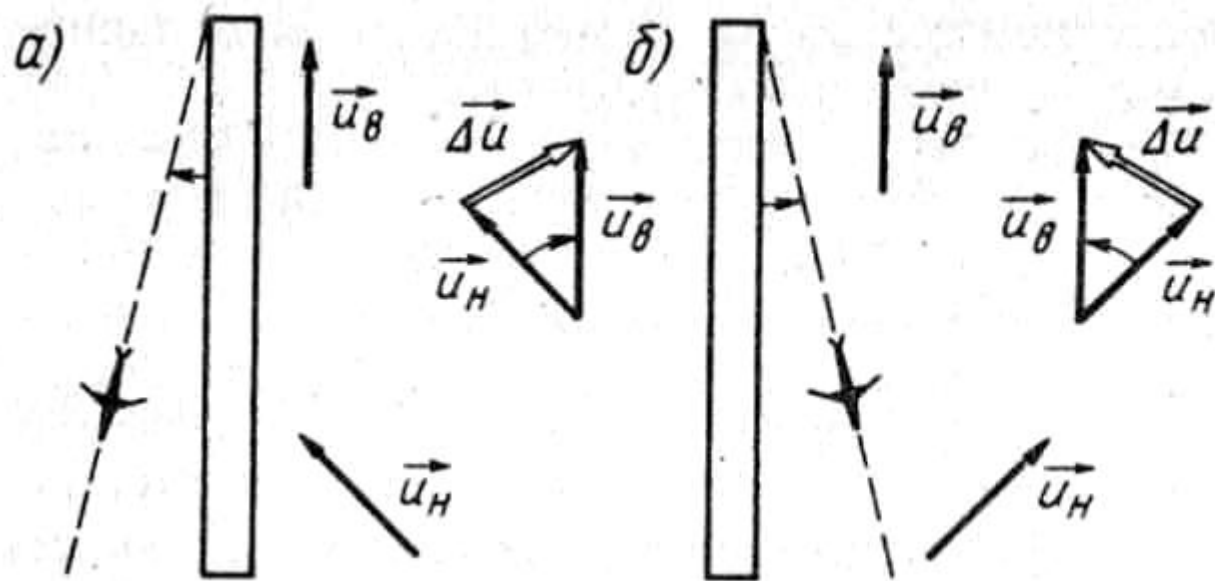


Рис. Схема посадки самолета при боковом ветре:  
 а и б — правый и левый повороты ветра соответственно

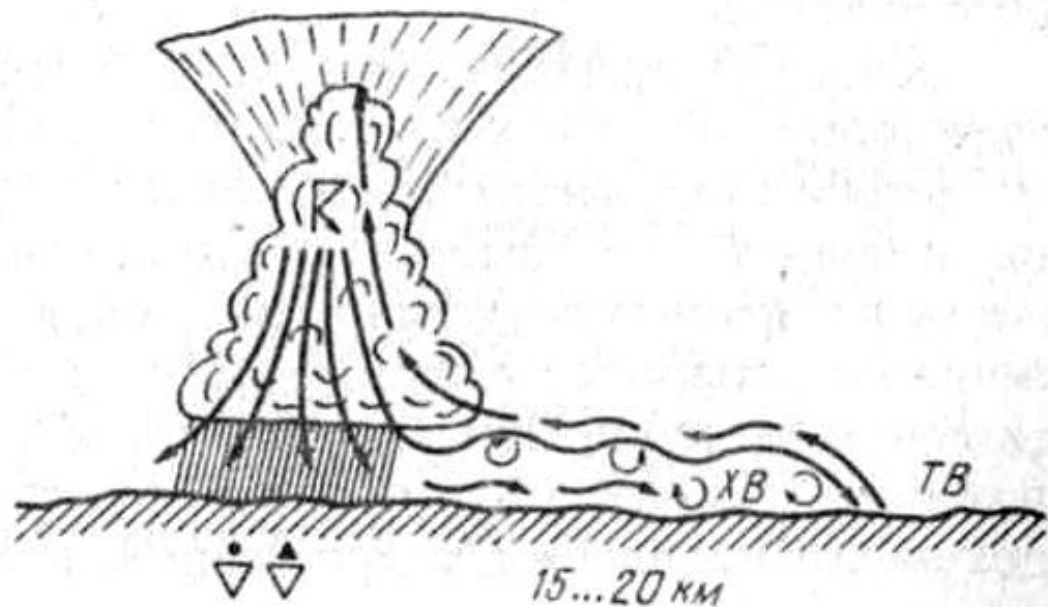


Рис. Структура фронта пыр-  
 вистости