

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(РГГМУ)  
ВОЕННАЯ КАФЕДРА

Экз. №\_\_\_\_  
Только для  
преподавателей

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник военной кафедры РГГМУ  
полковник В.И. Акселевич  
«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_2006 г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**по проведению занятий по учебной дисциплине  
“АВИАЦИОННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ”**

**ТЕМА 9. ВЛИЯНИЕ ГРОЗ, СМЕРЧЕЙ И ШКВАЛОВ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
АВИАЦИИ**

**ЗАНЯТИЕ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГРОЗАХ И ЯВЛЕНИЯХ,  
СВЯЗАННЫХ С НИМИ**

Разработал:  
подполковник\_\_\_\_\_Заболтников Г.В

Обсуждено на заседании кафедры.  
Протокол №\_\_от\_\_\_\_\_2006 г.

Санкт-Петербург

## **Занятие 1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГРОЗАХ И ЯВЛЕНИЯХ, СВЯЗАННЫХ С НИМИ**

### **Учебные и воспитательные цели занятия**

1. Дать основные сведения о грозах и явлениях, связанных с ними.
2. Показать условия возникновения грозовой деятельности и необходимость тщательного их учета при организации и проведении метеообеспечения авиации ВС.

**ВРЕМЯ:** 2 часа (90 мин)

**МЕТОД:** лекция

**МЕСТО:** класс авиационной метеорологии

### **Учебно-материальное обеспечение**

#### *I. ЛИТЕРАТУРА*

- 1.1 Баранов А.М., Богаткин О.Г. Авиационная метеорология. 1992.
- 1.2 Синоптическая и авиационная метеорология, ч.2, Воениздат, 1985, с.115-118.
- 1.3 Астапенко П.Д. и др. Погода и полеты самолетов и вертолетов, Гидрометеиздат, 1980.-с.191-198.
- 1.4. Баранов А.М. Облака и безопасность полетов.-Гидрометеиздат, 1983.-с.137-151.

#### *II. НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ*

- 2.1 Плакаты
  - 2.1.1 Условия полетов в облаках и осадках (№ 8)
  - 2.1.2 Условия полетов в зоне грозовой деятельности (№9)
  - 2.1.3 Наблюдения за грозами в полете (№ 17)
  - 2.1.4 Особенности наблюдений за погодой при полете над горами (№ 21)
- 2.2 Слайды
  - 2.2.1 Суточный ход количества грозовых разрядов
  - 2.2.2 Вертикальная структура воздушных потоков вокруг воронки смерча
  - 2.2.3 Стадии развития грозового облака
  - 2.2.4 Синоптическая обстановка возникновения гроз

#### *III. Проектор (лектор, полилюкс).*

## 1. Учебные вопросы и расчет времени

№ п/п	У ч е б н ы е   в о п р о с ы	Время (мин)
1.	Организационная часть занятия	2
2.	Введение	3
3.	Учебные вопросы: 1. Гроза, смерч, шквал - опасные явления погоды 2. Метеорологические и синоптические условия возникновения гроз 3. Виды гроз и их краткая характеристика	20 40 20
4.	Заключительная часть занятия	5

## 2. Организационно-методические указания

2.1. Занятие проводится в составе взвода в классе.

В начале занятия преподаватель проверяет наличие студентов, их внешний вид, делает замечания. Затем объявляет тему, цель и актуальность занятия, доводит учебные вопросы, литературу и учебные пособия, используемые для изучения материала данного занятия.

2.2. Во введении преподаватель подчеркивает важность изучаемых вопросов, их связь с ранее изученным и последующим материалом. Введение дается кратко и должно настроить обучаемых к усвоению учебных вопросов.

2.3. При изложении первого учебного вопроса преподаватель дает общепринятые определения рассматриваемых явлений погоды, их характеристики, демонстрирует схему 2.1.2, слайд 2.2.1, 2.2.2, приводит примеры из опыта метеообеспечения войск.

2.4. В ходе второго учебного вопроса преподаватель рассматривает условия развития грозовых облаков, использует схемы 2.1.1, 2.1.2, слайд 2.3.3, приводит сведения новейших исследований в области физики облаков конвективных форм.

2.5. При изложении третьего учебного вопроса преподаватель на основе классификации гроз дает краткую характеристику. При этом использует схемы 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, слайд 2.2.4 и примеры из собственного опыта метеообеспечения авиации.

2.6. В заключительной части преподаватель подводит итог занятию, отвечает на вопросы и дает задание на самоподготовку.

## III. УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### ВВЕДЕНИЕ

Особое внимание в работе метеоспециалистов уделяется опасным явлениям погоды: грозам, смерчам и шквалам. Согласно руководящим документам по организации, проведению и обеспечению полетов эти явления относятся к опасным для авиации.

Следует подчеркнуть, что эти явления погоды часто взаимосвязаны и оказывают комплексное воздействие на полеты, авиационную технику и условия эксплуатации. Данное занятие посвящено изучению основных сведений о грозах, смерчах и шквалах - как опасных явлениях погоды, условий их образования и степени опасности.

#### **Вопрос 1. ГРОЗА, ШКВАЛ, СМЕРЧ - ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ**

Гроза - комплексное атмосферное явление, выражающееся в многократных электрических разрядах (молниях) между частями облака, облаками или между облаками и землей, сопровождающихся звуковым явлением (громом). Гроза наблюдается в кучево-дождевых облаках и характеризует максимальную стадию их развития. Такие явления как шквалистый ветер, ливневые осадки, часто с градом, иногда смерчи принято считать компонентами грозы. Иногда наблюдаются сухие грозы, которые не сопровождаются осадками. Грозы на картах погоды обозначаются значком “ ”.

Гроза и связанные с ней явления погоды всегда вызывали интерес у людей своей необычностью, мощностью и наблюдаемыми последствиями. Несколько цифр и фактов:

- ежесекундно над землей регистрируется около 100 молний;
- общая сумма электрической энергии гроз, возникающих на земле, составляет около 10 млн. кВт;

- ежегодный ущерб из-за молний оценивается сотнями миллионов долларов;
- по данным ЮНЕСКО ежегодно от молний в период с 1947 по 1970 гг. погибло 20000 человек.

Грозы, как правило, возникают в теплую половину года при большой неустойчивости и достаточном влагосодержании воздуха. По территории РФ грозы распределяются неравномерно. Исследования показали, что наибольшее число гроз наблюдается на Кавказе и составляет в районе Сухуми до 50 дней в году. Интересны сведения о распределении гроз в различных районах нашей планеты. Так наибольшее число дней с грозой наблюдается в Индонезии (о.Ява - 220 дней с грозой), а также в Центральной Африке (150 дней), Южной Мексике (142 дня), Панаме (135 дней), Центральной Бразилии (106 дней).

В аэропортах разных стран среднее число дней с грозой отличается большим разнообразием и определяется в первую очередь характером климата. Так, в странах Западной Европы отмечается от 15-17 дней с грозами за год в Лондоне и Париже, до 30-31 - в Варшаве и Белграде. На территории Индии резко меняется от 15 дней с грозой в Бомбее до 90 - в Калькутте. Наибольшее же количество дней с грозой наблюдается в районе аэропорта Сингапур.

Насколько большое влияние на грозы оказывает район, рельеф и суточный ход метеоэлементов можно судить по рис.1.1.

Рис.1.1. Суточный ход количества грозových разрядов  
1-пик Терскол (Кавказ)  
2-Воейково (Ленинградская область)

Грозы сопровождаются целым рядом явлений погоды, оказывающих существенное влияние на жизнедеятельность человека и полета летательных аппаратов. Влияние их на деятельность авиации будет рассмотрено в следующем занятии. Однако двум опасным явлениям погоды, относительно редким, но обладающих большой энергией, следует уделить особое внимание. Эти явления - смерч и шквал.

Смерч - это сильный вихрь с приблизительно вертикальной, часто изогнутой осью. Обозначается на картах погоды “ ”. Диаметр смерчей, имеющих четкие очертания, составляет несколько десятков метров, с размытыми очертаниями - несколько сотен метров. Продолжительность смерчей от нескольких минут до нескольких часов. Синоптические условия возникновения смерчей аналогичны ситуациям образования гроз. Это атмосферные фронты, особенно холодные, разделяющие воздушные массы с большими контрастами температуры и значительным влагосодержанием. Особенно благоприятно для этого лето, по времени суток - период с 14 до 18 часов. Облака со смерчами - это наиболее развитые мощные кучево-дождевые облака с ливнями, градом, грозой. Такие облака называются материнскими, для них характерно необычно большая вертикальная протяженность, в средних широтах до 12-15 км, на юге до 16-20 км. Горизонтальная протяженность облака еще больше - несколько десятков километров. Из особо мощных материнских облаков могут опускаться к земле несколько хоботобразных воронок смерча.

Смерч считается самым разрушительным атмосферным явлением. Разрушение происходит из-за исключительно большой силы ветрового напора и

большой разности давления воздуха в центральной части смерча и окружающем пространстве, достигающей иногда 40 гПа. Прямых измерений скорости движения воздуха в смерче нет, так как явление это локальное и вероятность того, что смерч пройдет над местом, где расположен прибор измерения мала. Кроме того, на территории РФ смерч - явление редкое. По косвенным данным максимальные скорости в смерчах огромны и достигают 200-300 м/с (т.е. больше 1000 км/ч). Длина пути смерча над территорией РФ обычно равна 15-30 км, ширина полосы разрушений составляет от нескольких десятков до нескольких сотен метров; продолжительность существования до получаса, скорость перемещения, как правило, 40-60 км/ч. Схема вертикальной структуры воздушных потоков вокруг воронки смерча изображена на рис.1.2

Рис.1.2 Вертикальная структура воздушных потоков вокруг воронки смерча

а) направление потоков

б) вертикальная составляющая потоков

Облачный столб (хобот) смерча в своей верхней части окружен своеобразным футляром - вовлеченными во вращение каплями облака; в нижней части - каскадом, представляющим собой поднятые с земной поверхности различные предметы и вещества. (например, наблюдались выпадение необычных дождей из облаков: один - с живыми лягушками и рыбами у

г.Серпухов; второй - с медузами у г. Владивостока в 50 км от моря; третий, самый удивительный), сопровождался выпадением серебряных монет. Интерес представляет смерч в Москве (1904 г.), когда по воздуху летели лошади, коровы, овцы и люди. Городового на Немецком рынке подняло в воздух, обнесло кругом площади и довольно благополучно опустило на землю; мальчика 6 лет перенесло по воздуху от Мытищ в Сокольники. Еще пример: 3 июля 1974 года при грозе с сильным ливнем и градом смерч узкой стометровой полосой прошел через один из районов города Горького. На своем пути он вырвал с корнем около 3000 деревьев, разрушил Дворец Спорта и ряд других зданий, выбросил в Волгу 240-тонный кран, опрокинул несколько автомашин, валил с ног людей. Во время прохождения смерча через метеостанцию Мыза была зафиксировано скорость ветра 43 м/с после чего прибор вышел из строя. За 100-летний период наблюдений на этой станции скорость ветра более 36 м/с не наблюдалась вообще).

Для авиации разрушительная сила смерчей особенно опасна. Смерч способен разрушить аэродромные постройки, самолеты на стоянках и в ангарах, а также в полете. Метеорологические условия вблизи материнского облака очень сложные. Возникают перегрузки, приводящие к броскам летательного аппарата на десятки метров.

Шквал - резкое кратковременное усиление ветра, сопровождающееся изменением его направления. Шквалы связаны с интенсивным развитием кучево-дождевых облаков, часто сопровождающихся грозами и ливнями. На картах шквалы обозначаются значком “ ”. Шквалы обычно наблюдаются при прохождении атмосферных фронтов, особенно холодных. С внутримассовыми облаками бывает связано только 5-10% всех шквалов. На территории СГ в 92% случаев шквалы наблюдаются в период с мая по август, обычно во вторую половину дня.

Шквалы могут причинить большие разрушения. В качестве примера можно привести шквал, прошедший через Харьков 1 июня 1974 года. Он воз-



ник в очаге мощных по своему развитию кучево-дождевых облаков с грозами на границе Харьковской и Днепропетровской областей. Очаг быстро перемещался на северо-восток со скоростью 60 км/ч. В 19 ч. 25 мин. он достиг Харькова, сопровождаясь грозой с сильным ливнем. Скорость ветра в шквале превышала 40 м/с (по прибору М-49). Шквалом были сорваны крыши с ряда строений, выдавлены витрины, поломаны и повреждены деревья диаметром до полутора метров. Положение поваленных деревьев в отдельных местах говорило о вихревой структуре шквала. 28 июля 1981 года на Украине при грозе с сильным ливневым дождем с градом наблюдались шквалы при скорости ветра более 23 м/с (аэропорт Хмельницкий). Ветер срывал со строений крыши, ломал и скручивал деревья, вырывал их с корнями, разрушал линии электропередач. Особой силой отличался шквал, наблюдавшийся в июне 1989 года в Бориспольском и Проварском районах Украины. Сила ветра достигала 25 м/с, шквал сопровождался выпадением града (местами толщина слоя выпавшего града достигала 10 см). Выведены из строя 76 трансформаторных подстанций, обесточены 8 населенных пунктов, совхоз “Летковский” потерял 2/3 всех посевов, повреждено около 2000 домов, ряд животноводческих ферм, теплицы и т.п. В одном из селений автопогрузчик был перенесен на 300 м.

Таким образом, грозы, шквалы и смерчи взаимосвязаны, они имеют общие физические причины возникновения, общие признаки проявления и, наконец, опасны своей разрушительной силой. Естественно, что не во всех случаях возникновения, грозы сопровождаются смерчами и шквалами. Как было показано выше последние довольно редкие явления погоды, но они всегда связаны с грозовой деятельностью. Поэтому достаточно в дальнейшем рассматривать в основном условия благоприятные для образования гроз, учитывая, что они в свою очередь характерны для смерчей и шквалов.

## **Вопрос 2. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГРОЗОВЫХ ОБЛАКОВ**

Важнейшим условиям возникновения грозовых облаков является наличие влажного и теплого неустойчивого воздуха, при подъеме которого могла бы образовываться мощная облачность. Грозовые облака образуются в результате конвекции:

1. при неравномерном нагревании приземного слоя воздуха от подстилающей поверхности. Например, над морем и сушей конвекция развивается неодинаково. Гроза и град над морем встречаются реже, чем над сушей. Конвективные облака над сушей намного сильнее отличаются друг от друга по размерам и интенсивности, чем над морем. Чем однороднее подстилающая поверхность, тем реже над ней развиваются интенсивные конвективные очаги. Большую роль играет одновременно шероховатость подстилающей поверхности. Так, над крупными городами интенсивность конвекции значительно выше по отношению к окрестностям города.

2. при подъеме или вытеснении теплого воздуха холодным на атмосферных фронтах. Атмосферная конвекция на атмосферных фронтах значительно интенсивнее и чаще, по сравнению с внутримассовой. Например, из всех гроз, отмеченных в районе Московского аэроузла, от 71 до 81% связано с фронтами. Причем, чаще всего фронтальная конвекция развивается одновременно со слоисто-дождевыми облаками и обложными осадками, что маскирует (скрывает) образующиеся кучево-дождевые облака от наземного наблюдателя.

3. при подъеме воздуха в районах горных массивов. Даже небольшие возвышенности на местности приводят к интенсификации конвекции (за счет вынужденной конвекции) и, прежде всего, к увеличению конвективных осадков. Высокие горы создают особенно сложные условия для развития конвекции и, почти всегда, увеличивают ее повторяемость и интенсив-

ность (это проявляется в увеличении количества дней с ливнем, шквалом, турбулентностью и т.д.).

Очевидно, что во всех рассмотренных выше случаях неизменным условием является наличие вертикального перемешивания (движения) воздуха. В зависимости от масштаба (размеров) кучевообразного облака горизонтальные размеры вертикальных потоков варьируются от десятков сантиметров до нескольких километров, их скорость равна от 1-2 м/с до 30 м/с и более, а количество потоков колеблется от 1 до 5 и более.

Исследование процесса образования кучево-дождевых облаков усложнено рядом обстоятельств, прежде всего, их опасностью (что рассмотрено будет позднее) для авиации, а также тем, что в реальной атмосфере происходит перемешивание более теплого поднимающегося воздуха внутри облака с окружающей средой. Этот процесс учесть крайне сложно. Несмотря на эти обстоятельства исследования грозовых облаков проводятся, а их обобщения позволяют сделать некоторые выводы о физике кучево-дождевых облаков. Исследования показывают, что грозовое облако может состоять из одной или нескольких ячеек. Каждая ячейка проходит определенный цикл развития, состоящий из трех стадий (Рис.2.1) (Фоль)

### Рис.2.1. Стадии развития грозового облака

Рассмотрим последовательно все стадии.

**ПЕРВАЯ СТАДИЯ**, или стадия кучевого облака, начинается с возникновения кучевого облака хорошей погоды. Обычно они появляются около 10-11 часов местного времени. Если поднимающийся воздух недостаточно влажен, а окружающая атмосфера устойчива, кучевые облака хорошей погоды не получают дальнейшего развития. В кучевых облаках хорошей погоды и под ними может быть болтанка слабой или умеренной интенсивности. При благоприятных условиях (неустойчивость воздуха) возникшие кучевые облака быстро растут как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении, при этом восходящие потоки увеличиваются от 5 м/с до 15-20 м/с. Нисходящие потоки наблюдаются вблизи облака и очень слабы.

Образующиеся в результате конденсации мельчайшие водяные капли в таком облаке сливаются в более крупные, которые уносятся мощными восходящими потоками вверх. Вершина облака достигает высоты 4-5 км. По своему внутреннему строению оно еще однородное, т.е. состоит из капель воды, а осадки - не выпадают. Однако в верхней части при попадании частиц воды в зону отрицательных температур они замерзают, превращаясь в кристаллы льда. Смешанный состав облака приводит к укрупнению облачных элементов и созданию условий для выпадения осадков. Такое облако называют кучево-дождевым лысым. Вертикальные потоки в нем достигают 25 м/с, а вершины

достигают высоты 7-8 км. Переход кучевого облака к мощному кучевому облаку протекает сравнительно медленно (до 2 часов).

**ВТОРАЯ СТАДИЯ**, стадия зрелости или максимального развития кучево-дождевого облака, характеризуется выпадением ливневого дождя, в иногда града и появлением грозовых разрядов (молний). Характерным признаком этой стадии является появление в верхней части облака огромной “наковальни”, вытянутой по направлению воздушного потока на этой высоте. Быстро увеличивающиеся в размерах ледяные частицы (снежинки, крупа, град), достигнув такой величины, когда они уже не могут поддерживаться восходящими потоками во взвешенном состоянии, начинают падать вниз, продолжая при этом расти. Достигнув области положительных температур, они тают и выпадают из облака в виде ливневого дождя, а если не успевают растаять - в виде града или крупы.

Вертикальные потоки в облаке на этой стадии увеличиваются и превышают иногда 40 м/с (до 65 м/с восходящие и 48 м/с нисходящие). С началом дождя значительно усиливаются нисходящие потоки и, в зависимости от интенсивности дождя, могут достигать скорости 15-20 м/с и более. Такие встречные вертикальные движения с большой скоростью создают благоприятные условия для сильной турбулентности внутри облаков и на их периферии. На границе встречных потоков возникают резкие усиления ветра. Характерным признаком наличия такого усиления ветра является “грозовой вал! (шкваловый ворот) - облачный вихрь с горизонтальной осью, обуславливающий пыльные вихри при приближении облака. “Грозовой вал” обычно наблюдается на высоте нижней границы облака (600-2000 м) вблизи облака, но нередко и на некотором расстоянии впереди него. Такое распределение воздушных потоков в передней части грозового облака указывает на наличие опасных сдвигов ветра. Как правило, развитие грозового облака занимает период (от момента появления кучевого облака) до 3-4 часов. Исследования показывают, что кучево-дождевые облака имеют хорошо выраженный суточный

и годовой ход (летом - максимум, зимой минимум), связаны с грозой, но не всегда ею сопровождаются. Размеры кучево-дождевых облаков в среднем около 5 км (от 2 км при слабой грозе до 10 км - при сильной), при вертикальной протяженности от 6 до 14 км. Обычно в кучево-дождевом облаке находится 5-6 грозовых ячеек, а при переходе из мощных кучевых облаков в кучево-дождевые происходит наибольшее количество электрических разрядов (до 50 разрядов в минуту).

Имеются интересные сведения о повторяемости высоты нижней (ВНГО) и верхней (ВВГО) границ кучево-дождевых облаков:

ВНГО - выше 4 км - 0,2-0,7%

ниже 4 км - 99 %

ВВГО - 5-8 км - 18%

8-10 км - 35%

10-12 км - 44%

выше 12 км - 3 %

Достигнув стадии максимального развития грозное кучево-дождевое облако переходит в третью стадию - **СТАДИЮ РАЗРУШЕНИЯ И РАСПАДА**. Характерной чертой этой стадии является преобладание нисходящего потока, хотя одновременно могут еще наблюдаться молнии и выпадать ливневые осадки. Вершина облака становится плоской, ее образуют перистые облака волокнистой структуры. Облако оседает и расширяется по площади. В среднем ярусе к нему примыкают высоко-кучевые облака, а в нижней - слоисто-кучевые.

Постепенно все кучево-дождевое облако охватывается нисходящим движением со скоростями до 1-2 м/с. Из-за малой скорости оседания кристаллов остатки наковальни в форме перистых облаков могут существовать в

течении многих часов. При распаде облака вначале разрушается его капельная часть, в результате чего основание облака размывается, а его нижняя граница повышается. Разрушение средней части, также как верхней и нижней, идет неравномерно, в зависимости от скорости оседания воздуха в различных частях облака, причем кое-где в облаке могут сохраняться слабые восходящие потоки, препятствующие распаду. Такая неравномерность разрушения облака является причиной его “клочковатого вида”. Процесс разрушения кучево-дождевого облака длится около 30 минут.

Таким образом, полный цикл жизни кучево-дождевого облака продолжается около 5 часов, хотя в некоторых редких случаях он может продолжаться около 1 часа.

Выше описаны стадии развития кучево-дождевого облака с момента зарождения до момента распада. В реальных условиях часто наблюдаются те или иные отклонения от изложенной схемы. Так, иногда облако переходит в стадию зрелости, а затем распадается без образования наковальни. В других случаях облака начавшие распад, затем опять возобновляют свой рост.

Согласно принятой Всемирной метеорологической организацией (ВМО) классификации, выделяют три типа кучево-дождевых облаков: одноячейковые, многоячейстые и облака типа суперячеек. Они характерны для определенных синоптических условий (положений). Рассмотрим эти основные условия.

Одноячейковые кучево-дождевые (Cb) облака развиваются в дни со слабым ветром в малоградиентном барическом поле. Они состоят из конвективной ячейки с восходящим потоком в центральной своей части. Они могут достигать грозовой и градовой интенсивности и быстро разрушаться с выпадением осадков. Размеры таково облака: поперечный 5-20 км, вертикальный - 8-12 км, продолжительность жизни около 1 часа.

Многоячейстые кучево-дождевые облака - более мощные и долго живущие, особенно если состоят из ячеек, находящихся в разных стадиях разви-

тия. Их размеры в поперечнике достигают 20-40 км, а вершины часто проникают в стратосферу, продолжительность жизни около 1,5 часа. С ними связаны сильные ливни, грозы, град и шквалы. Многоячеистые облака развиваются преимущественно на основных и вторичных холодных фронтах.

Облака типа суперячейки развиваются на холодных фронтах и фронтах окклюзии по типу холодного. Это наиболее интенсивные грозовые и градовые облака с размерами в поперечнике 20-40 км и высотой 12-16 км, продолжительностью жизни до 4 часов. Облака имеют одноячеистую структуру радиозона на экранах РЛС. На правом фланге (по потоку) кучево-дождевые облака типа суперячейки располагается зона мощного восходящего потока со скоростью до 40 м/с и более. В зоне осадков наблюдается нисходящий поток со скоростью выше 20 м/с. На стыке этих двух потоков образуется мезофронт, при прохождении которого давление и влажность воздуха быстро растут, а температура резко падает. Этот процесс сопровождается резким усилением ветра и изменением его направления (шквал).

Вышеназванные условия образования кучево-дождевой облачности позволяют подразделять грозы на несколько видов.

### **Вопрос 3. ВИДЫ ГРОЗ И ИХ КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

По условиям образования грозы подразделяются на внутримассовые и фронтальные.

Внутримассовые грозы, в свою очередь, могут быть конвективными, адвективными и орографическими.

**1.** Конвективные грозы наблюдаются в тех случаях, когда земная поверхность сильно прогрета, воздух в нижнем слое теплый и влажный, а в вышележащих слоях относительно холодный. Обычно температура воздуха выше +20<sup>0</sup>С, удельная влажность больше 12 г/кг. Такие грозы чаще всего наблюдаются в размытом барическом поле - на периферии заполняющихся



циклонов и в седловинах (рис.3.1.а), они медленно перемещаются в направлении воздушных потоков на высотах 3-5 км и имеют тенденцию обходить стороной большие водоемы.

2. Адвективные грозы образуются при быстром перемещении относительно холодной влажной воздушной массы над теплой подстилающей поверхностью. Обычно эти грозы возникают над сушей в летнее время в тыловой части ложбины гребня за холодным фронтом (рис.3.1.б). Грозы этого вида могут возникнуть над побережьями днем и над прибрежными водами морей ночью.

3. Орографические грозы формируются в предгорьях и горных районах в результате подъема неустойчивой воздушной массы вдоль наветренных склонов. Они особенно интенсивны и продолжительны над склонами, ориентированными на юг.

Внутримассовые грозы обычно возникают в теплый период года и располагаются отдельными очагами на расстоянии нескольких десятков километров друг от друга. Скорость перемещения, как правило, небольшая (от 5 до 20 км/ч), а орографические грозы нередко затухают над тем же склоном, над которым они образовались.

Вертикальная мощность грозовых облаков составляет от 5 до 8 км и более, в зависимости от высоты тропопаузы. Грозы в горных районах обычно интенсивнее, чем на равнине. Грозы над морями и океанами могут наблюдаться в любое время суток, поскольку суточные колебания температуры воды невелики. Над внутренними же морями и большими водоемами грозы возникают чаще всего вечером или ночью. Крупные водные преграды (реки, водоемы и т.п.) грозы, как правило, пересекают редко. Внутримассовые грозы могут сопровождаться всеми рассмотренными ранее явлениями погоды, в том числе и опасными. Грозы хорошо наблюдаются с помощью радиотехнических средств (МРЛ, РАС и бортовых РЛС), а небольшие размеры (площадь) грозовых очагов позволяет обойти их на безопасном расстоянии, которое ус-

танавливается руководящими документами по организации и производству полетов (НПП, ОПП, НАМС и т.п.).

Фронтальные грозы могут возникать на всех видах атмосферных фронтов. Однако, наиболее часто грозы образуются на холодных фронтах, особенно холодном фронте II рода (рис.3.1.в).

Рис.3.1. Синоптическая обстановка возникновения конвективных (а), адвективных (б) и фронтальных (в) гроз.

Грозы на фронтах обычно развиты вдоль фронта на расстоянии нескольких сот километров, ширина зоны составляет несколько десятков (иногда около сотни) километров. Вертикальная мощность составляет несколько километров, часто до тропопаузы, а иногда вершины фронтальных грозовых облаков проникают в стратосферу (выше 12 км).

Грозовые очаги на фронтах располагаются в виде сплошной гряды вдоль фронта. Однако, вертикальная мощность этих очагов неодинакова, и поэтому на больших высотах расстояние между вершинами грозовых очагов может составлять более 20 км. Интенсивность фронтальных гроз тем выше, чем больше разность температуры воздушных масс по обе стороны фронта. Интересно, что фронтальные грозы наблюдаются в любое время года и суток,

но для теплых фронтов - преимущественно в ночное время. Сопровождаются фронтальные грозы сильными шквалами, ливнями и градом, а также другими опасными для авиации явлениями погоды: обледенение, болтанка. Эти грозы хорошо выявляются на экранах РЛС (МРЛ) как наземных так и бортовых в виде засветок (гряд засветок), ориентированных вдоль атмосферного фронта.

Перемещаются фронтальные грозы в направлении воздушного потока на высоте 3-5 км. Отличительной особенностью фронтальных гроз является то обстоятельство, что очаги гроз обычно замаскированы облаками других форм и визуально обнаружить кучево-дождевое облако невозможно, только с помощью РЛС.

Исследования показывают, что продолжительность гроз, как правило, составляет 1,5-2,0 часа, но могут наблюдаться грозы с продолжительностью до 10-15 часов. Мощность грозовых облаков при этом распределяется следующим образом: 18% случаев -5-8 км, в 35% случаев 8-10 км, в 44% случаев 10-12 км, 3% случаев выше 12 км. В зависимости от количества грозовых ячеек отмечалось следующее количество разрядов: для одноячейковых - до 5 разрядов в минуту, для многоячейковых - до 50 разрядов в минуту.

Выше рассмотренные характеристики позволяют иметь довольно полное представление о различных видах гроз.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, грозы, шквалы и смерчи являются опасными явлениями погоды. Они могут образовываться как на атмосферных фронтах, так и воздушных масс и всегда связаны с кучево-дождевыми облаками. Большого и существенного различия в строении грозовых облаков (внутримассовых и фронтальных ) не наблюдается. Они характеризуются горизонтальными размерами, мощностью, интенсивностью протекания процессов внутри облака, продолжительностью существования и т.п. Виды гроз, разнообразие явлений,

сопровождающих грозовую деятельность, их характеристики важно знать и учитывать в ходе метеорологического обеспечения авиации ВС.

#### **4.ЗАДАНИЕ НА САМОПОДГОТОВКУ**

4.1.Повторить НАМС гл.6, стр.83-85.

Разработал профессор военной кафедры  
подполковник Г.В. Заболотников