

1. СА и ее назначение

– условное вертикальное распределение Т, Р и ρ воздуха, являющиеся репрезентативными для средних годовых условий в среднем для всех широт, принятое по международному соглашению.

Т=15°С
Р=1013,25 гПа=760мм.рт.ст
Гамма(градиент Т): 0,65°С/100м до 11км
0°С/до 25км
Т(тропопаузы)=–56,5°С
Влажность и скорость ветра=0
g=–980,665 см/с²
z(аэмерз)=273,16К

Назначение СА: основание для калибровки альтиметров, расчетов летной характеристики самолетов, проектирование самолетов и ракет, построение баллистических ракет.

2. Оценка отклонений параметров реальной атм от их значений в СА

3. Состав атмосферы

Атмосфера – воздушная оболочка Земли. Представляет собой газовую смесь, от 0 до 100км состав однородный. Нижняя граница атмосферы– поверхность Земли; выраженной верхней границы нет, но на 1300км плотность газов уменьшается на столько, что приближается к значению межпланетного пространства.

Состав:
N-78% Гелий
O₂-21% Кrypton
Аргон-0,9% Ксенон
CO₂ 0,03 % Водород - <0,1%
+ (H₂O) и Озон(O₃)

Масса атмосферы:

До 5км 50% До 20км 90%
До 10км 75% До 30-35км ≈ 100%

Углекислый газ(CO₂) поглощает инфракрасную радиацию, уходящую от поверхности З.
Озон (O₃) улавливает значительную часть ультрафиолетного излучения (совершенно не пропускает короткие лучи) и прогревает отдельные слои от 0 до 50км.

Максимальная концентрация на высоте 20-25км определяет температурный режим стратосферы, т.к. поглощает излучение уже на 50-55км, вследствие чего температура поднимается.

Водяной пар: попадает в атмосферу с поверхности суши, рек, морей и океанов. Поглощает тепло от солнца днем/от Земли ночью, предохраняет поверхность З от перегрева днем, от переохлаждения ночью.

Примеси (пыль, кристаллы соли, промышленный дым): играют важную роль в изменении режима формирования облачности

4. Основные принципы и подходы к разделению атм на слои

1. По составу:

● **Гомосфера:** Постоянный состав чистого сухого воздуха до 100-120км вследствие интенсивного перемешивания

● **Гетеросфера:** Выше 120км атмосфера в основном состоит из 2 газов: Азота и Кислорода, чьи молекулы диссоциированы (разложены на атомы)

● **+Выше 1000км** только Гелий, еще выше-только Водород

2. По взаимодействию с поверхностью З:

● Приземный 0–50-100м (резкое изм Р,Т,f,U)

● Пограничный 0 – 1-1,5км

● Свободная атм: пренебрегаем силу трения
– Средний:1,5-6км, погодные условия определяются ади фронтами и верт токами
– Высокий: до тропопаузы, слоистые облака, струйные потоки

3. По взаимодействию с летательными аппаратами:

● Плотный до 150км
● Околослоевое космическое пространство выше 150км

4. По температур: (5 вопрос)

5. Деление атм-ы на слои по распр темп

● **Тропосфера** 80% массы атмосферы, 90% водяного пара. Западный перенос
Толщина: в среднем 12км (в СА 11км)

Источник тепла – земная поверхность, нагреваемая солнцем.

Т_с – высотой, градиент=0,65°С/100м [2°С/1000ft]. Слои:

– **Пограничный** до 1,5км
– **Средняя тропосфера** 1,5-6км
– **Верхний слой** 6км-Тропопауза (верхняя граница)

Тропопауза: задерживающий слой; Т=const
Высота зависит от места и Т. (Чем Т₁, тем Н₁)
На полюсах в ср: 8км; Т=–40°С(Л) или -60°С(З)
На экваторе в ср: 16км; Т=–80°С
Толщина: неск 100м-(2-3)км

● **Стратосфера** До 50км вместе с тропосферой составляет 99% всей массы атмосферы
Т_с сначала не изменяется, потом Т до 50км; ср значение 0 (может достигать 20°С)
Рост обусловлен взаимодействием ультрафиолетового излучения с озоновым слоем.
Содержание вод параf, содержание озонаf
Могут наблюдаться перламутровые облака на высоте 20-30км (Хотя воздух сухой)
Верхняя граница – *Стратопауза*. Т=const до 51км.

● **Мезосфера** Высота от 51км-80км
Т₁ в ср до 40°С
Можно наблюдать:
– вспышки метеоров
– Серебристые облака (на высоких слоях)

Заканчивается *Мезопаузой* (Т может быть от -120°С до -50°С) Т=const.

● **Термосфера** Н=–80-800км; Т↑ до 1000К (727°С)
Ионосфера до 1000км. Северное сеяние
Экзосфера выше 1000м
Т.к. воздух разрежен выше 1000км, то температура принимается не как стенаь нагретости тела, а как мера средней скорости разгона частиц до столкновения друг с другом. Частицы (V=11,2км/с) вылетают в космическое пространство; на высоте 800км (Т=1000К) атмосфера переходит в межпланетное пространство.

6. Влияние Т на взлетно-посадочные хар

Влияние Т на летные характеристики

При Т↑ и Р↓ плотность воздуха уменьшается и:

- Падение тяги двигателя
- Уменьшение скороподъемности
- Повышение расхода топлива
- Увеличение скорости отрыва и посадки и длин разбега и пробега
- Потребная скорость горизонтального полета увеличивается
- Предельно допустимая высота полета уменьшается
- Показание скорости и высотометра: Зимой - завышены; Летом – занижены

7. Измерение темп у Земли и по высотам

На метео площадке в 2 психометрических будках (2м над почвой)

В 1. Стационарный психометр
Максимальный/минимальный термометры

Гигрометр
Во 2: Термограф и Гигрограф
Если будок нет, то используют аспирационные психометры в полевых условиях

Термометры:
По принципу действия:
Жидкостные (спиртовые, ртутные): точность до 0,2-0,5
Металлические: сопротивления, биметаллические пластины/спирали: изм размера тел
Полупроводниковые: изм эл. сопротивления металла

По сроку действия:
Срочный: (вертикальные) - t в момент наблюдения
и. Ртутные или спиртовые
Максимальный: Ртутный; впаян стеклянный штифт, при Т↑ ртуть перемещает штифт, при Т↓ штифт остается на месте, ртуть уходит. Естрахнуть для нового использования
Минимальный: Спиртовый. Штифтик из темного стекла на концах уплотнения; при Т↑ спирт обтекает штиф, при Т↓ сдвигается штиф вниз. Конеч штифа удаленный от резервуара показывает мин Т

Термограф - самонирующий прибор, устанавливается в спец (2) будке на метео площадке 2м над землей. Биметаллическая пластина изгибается при изм Т и изменяет направление стрелки с пером.

8. Инверсия темп, условия формирования и влияние на полет

Инверсия (γ < 0) – задерживающий слой, гасящий вертикальное движение воздуха, под которым происходит скопление водяного пара или других тяжелых частиц, уходящих видимость. В результате образуются туманы и различные виды облаков.

Во многих случаях инверсии – разрыв ветра (над и под инверсии). Резкое изменение скорости и направления ветра.

Инверсии бывают:
● **Радиационные:** возникают вблизи земной поверхности, вследствие излучения его большого количества тепла. (ночь, зима-в течении суток на неск сотен м)
● **Адвективные:** образуются при перемещении теплого воздуха по холодной поверхности. Нижний слой воздуха охлаждается от земли и передается холод выше путем турбулентного перемешивания.

Возникают на высоте несколько сотен метров от зем поверхности
Верт мощиость: неск десятков метров

● **Инверсия сжатия/оседания:** образуются в области антициклона в результате опускания воздуха и адиабатического нагревания верхнего слоя (1/100м). Опускающийся нагретый воздух не опускается до приземных слоев из-за трения их о зем поверхность, а растекается образуя слой инверсии

● **Фронтальные:** связаны с фронтальными разлодами, где холодный воздух подтекает клином под теплую воздушную массу. Переходный слой между воздушными массами – фронтальная зона – слой инверсии, толщиной несколько сотен метров.

Под ними могут образовываться: дымка, туман, облака. Волтиака на волнах (границы инверсий). Под высотными инверсиями: усиление ветра и струйные течения (под тропопаузой)

9. Плотность влажного воздуха

-отношение массы воздуха к объему (массовая плотность)

Зависит от Т, Р, f и от содержания пара в воздухе
Если в воздухе содержится пар, то плотность несколько меньше (макс 1%), чем в сухом воздухе. Т.к. разница не велика, то все расчеты характеристик производят для сухого воздуха

10. Хар-стики влажности

Упругость водяного пара [e]=[гПа, мм.рт.ст] – парциальное давление водяного пара, измеренное в ед давления

Упругость насыщения [E]=[гПа] – максимальное возможная упругость при данной температуре
При одной и той же Т упругость насыщения больше над водой, меньше над льдом.

Точка росы [t_d или τ] – Т, при которой воздух достигнет состояния насыщения при данном содержании водяного пара и неизменном давлении.

Дефицит точки росы [Δt_d] – разность Т и точки росы. [Δt_d = t – t_d]

Абсолютная влажность [a]=[г/м³] – масса водяного пара в граммах в одном кубическом метре воздуха
a=–0,8e/(1+α) α, α=–0,004 – термический коэффициент объемного расширенного воздуха (насколько газ расширится при Т↑ на 1°С)
Удельная влажность (массовая доля водяного пара) [q]=[г/кг] – количество водяного пара в граммах в 1 кг воздуха.

q=622e/(Р-0,378e)
Относительная влажность [f]=[%] – процентное отношение фактической упругости водяного пара (е) к упругости насыщения (Е)
F=e/Е*100%=a/А*100% А – предельная влажность (max a) при данной температуре

Дефицит насыщения [d]=[гПа] – разность упругости насыщения и упругости водяного пара
d=E-e
Виртуальная температура [t_v] – расчетная Т сухого воздуха, при котором его плотность равна плотности влажного воздуха.
tv=t(1+0,608q) [°С]
Tv=T(1+0,378e/p) [К]
δtv = 0,608qt - виртуальный добавок
q - удельная влажность [г/кг]

Введение Т_v позволяет учитывать влияние влажности на плотность воздуха (чем более влажный, тем менее плотный)
Виртуальная темп выше сухого воздуха на значение виртуального добавка.
11. Методы и средства измерения f
Психрометр по разностям в температуре вычисляет влажность водяного пара, отн влажность, точка росы и др.

● **Стационарный (стационарный) психрометр** (в будке): 2 ртутных термометров:
1) "Сухой"
2) Обернут кусочком батиста(ткань), погружен в стакан с водой

Разница Т между термометрами (1>2) используется для определения влажности по психометрическим таблицам

● **Аспирационный:** Для влажности и t в помещении и в полевых условиях.
2 ртутных термометра-аспирационная головка
Воздух через вентилятор всасывается, обтекает резервуар термометров и выбрасывается наружу через прорези в аспирационной головке

Гигрометр: для наблюдений за отн влажностью (сразу показывает). влажность при ниже (-10)°С
● Волосяной: обезжиренный человеческий волос изменяет длину при разн отн влажности
● отн. влажность. Пределы: 30-100%
● Пленочный: деформация гипроскопической органической пленки
отн. влажность. Пределы: 20-100%

Гигрограф: для непрерывной регистрации изм отн влажности (самонисн):

● **Волосной**(не является абсолютным прибором, надо вносить поправки по психометру)
● **Пленочный** (измерение размеров органической пленки при изменении влажности через перемещений механизм преобразуется в перемещение стрелки с пером по диаграммной ленте, закрепленной на барабане часового механизма)

12. Плотность и ее изменение в Н
-отношение массы воздуха к объему (массовая плотность)
С высотой плотность уменьшается: на 20км - 90г/м3; 100км-1мг/м3
Не измеряется, находятсиз уравнения: ρ = $\frac{P}{R_c T}$

На уровне моря ρ = 1270 – 1300г/м³; μ = 29г/моль
R_c = $\frac{R}{\mu}$ =286,5 Дж/(кг*К); далее везде R
Зависит от Т, Р, f и от содержания пара в воздухе
Если в воздухе содержится пар, то плотность несколько меньше (макс 1%), чем в сухом воздухе

13. Влияние Т,Р,f на плотность воздуха
ρ = $\frac{P}{RT}$: При Т↑: ρ ↓; При Р↑: ρ ↑

Если в воздухе содержится пар, то плотность несколько меньше, чем в сухом воздухе

14. Виртуальная темп-ра и её влияние

Виртуальная температура [t_v] – расчетная Т сухого воздуха, при котором его плотность равна плотности влажного воздуха.

tv=t(1+0,608q) [°С]
Tv=T(1+0,378e/p) [К]
Δtv = 0,608qt - виртуальный добавок
q - удельная влажность [г/кг]

Введение Т_v позволяет учитывать влияние влажности на плотность воздуха (чем более влажный, тем менее плотный)
Виртуальная темп выше сухого воздуха на значение виртуального добавка.

15. Атм давление

– сила, действующая на единицу горизонтальной поверхности, вызываемая весом столба воздуха, простирающегося вверх через всю атмосферу.
Чем больше плотность воздуха и высота столба, тем больше давление.

Атмосферное давление–высота рт. столба * удельный вес ртути.

Т.к. удельный вес ртути=const, то давление судят по высоте столба.

Единицы измерения:
гПа * 3/4=мм.рт.ст.
двоймм=25,4 мм.рт.ст.

Нормальное давление: 1013гПа (760мм.рт.ст) на широте 45°при Т=0 [также и в СА, но Т=15]

16. Способы измерения давления

В приборах для измерения давления используют жидкости с большим удельным весом, т.к. высота столба жидкости, уравновешивающая вес столба воздуха будет велика.

Стационарный чашечный ртутный барометр: на метео станциях основной прибор для приземного слое
Стекаянная трубка с ртутью: верхний конец запаян, нижний погружен в чашку из 3 свинчивающихся друг с другом частей
Трубка помещена в металлическую оправу, на крае прорези нанесена шкала в гПа или мм.рт.ст
В оправу вмонтирован "термометр атташе"; по нему вводят темп поправки

Металлический барометр-анероид: деформация анероидной мембранной коробки. Внутри установлен ртутный термометр для оценки влияния Т. Шкалы Р и Т находятся сверху прибора
Измерение: Отсчитывается t (до 0,1град), отсчет давления (до 0,1 гПа), ввод поправок (шкаловая, темп-ая, добавочная)

Барограф - для непрерывной регистрации атм Р: недельный и суточный (вблизи ртутного барометра в помещении метеостанции)
17. Физический смысл поправок, вводимых в отсчет изм давления

Стационарный чашечный ртутный барометр:
Инструментальная (Р_и): ошибки измерений из-за производств барометра. Указывается в сертифициате

Температурная (Р_t): высота столба ртути и длина латунной шкалы зависит от Т воздуха
Р_t = 0,000163 F_и; F_и - показание барометра. При t<-0 Р_t<0; t<0 Р_t>0
Р_t рассчитывается заранее и прилагается в виде таблицы

Поправка на высоту на УМ (Р_и):
Р_и = 3,14 * 10⁻⁹ Р_и Н

Поправка места станции (Р_φ): Р_φ = –0,0026 Pcos(2φ); φ - георг широта

Р_и + Р_φ - рассчитываются заранее в одну поправку

Металлический барометр-анероид:
Шкаловая поправка Р_{шк}: неточность изготовления прибора (передаточного механизма)
Температурная (Р_t): Т влияет на упругие свойства анероида. Р_t = ct; c - темп коэф анероида. При t>0 Р_t<0; t<0 Р_t>0

Добавочная поправка Р_{доб} -износ рычагов, поправки через интервал времени

18. Основные уравнения статики атм-ры (вывод формул и анализ)

Т=const Изотр. атм

dP=–ρgdH, т.к. ρ = $\frac{P}{RT}$, то: $\int_0^H dP = \int_0^H -\frac{1}{RT} g dH$

lnP_H – lnP₀ = – $\frac{1}{RT} gH$

ρ=const Однородная атм: ΔP=–ρgΔH

dP = –ρgdH $\int_0^H dP = \int_0^H -\rho g dH$

Р_H – Р₀ = –ρg(H – 0) Р_H = Р₀ – ρgH

19. Бар-ая формула Лапласа (вывод формулы и анализ)

Барометрическая формула Лапласа: используется до 11км;

не учитывает влажность, широту места и изменения g, зависащая от Н

H = 18400(1 + $\frac{1}{273} t_{cp}$) log $\frac{P_0}{P_H}$

Формула Бабинге: для небольших разниц высот (менее 1км)

h=H_H-H₀=16000(1 + $\frac{1}{273} t_{cp}$) $\frac{P_0 - P_H}{P_0 + P_H}$

20. Изменение давления с высотой в изотермической атм

см 18 вопрос

21. Барическая ступень, использование в ГА

Барическая ступень - высота, на которую нужно подняться или опуститься, чтобы давление изменилось на 1 единицу

h = $\frac{8000}{p_{cp}}$ (1 + $\frac{1}{273} t_{cp}$) [м]; при t ↑ - h ↑

В тёплом воздухе бар. ступень с уменьшением Р с высотой идёт медленнее, чем в холодном

h ~ t, $\frac{h}{\text{Н.м}}$	$\frac{h}{\text{Н.м}}$	$\frac{h}{\text{Н.м}}$	$\frac{h}{\text{Н.м}}$	$\frac{h}{\text{Н.м}}$	$\frac{h}{\text{Н.м}}$	$\frac{h}{\text{Н.м}}$
8,2	9,4	10,5	12,9	16,1		
8	9	12	16	20		
18,0	20,3	28,8	56,1	105,6		

22. Бар-ая формула для однородной атм-ы

см 18 вопрос

23. Баром-ие формулы и их использование в ГА

● **Общий закон изменения давления с высотой**

Р_H = Р₀е – $\frac{gH}{RT_{cp}}$ (из уравн изотерм-ой)
e=2,71; (μ = 29г/моль)

R_c = $\frac{R}{\mu}$ =286,5 Дж/(кг*К); далее везде R

● **Барометрическая формула Лапласа:** используется до 11км;
не учитывает влажность, широту места и изменения g, зависящая от Н

H = 18400(1 + $\frac{1}{273} t_{cp}$) log $\frac{P_0}{P_H}$

● **Формула Бабинге:** для небольших разниц высот (менее 1км)

h=H_H – H₀=16000(1 + $\frac{1}{273} t_{cp}$) $\frac{P_0 - P_H}{P_0 + P_H}$ (из уравн однородной)

Использование:

- Барометрическое нивелирование (разность высот поверхности) – превышение одного пункта над другим по наблюдениям давления на этих пунктах и средней температуры рассматриваемого слоя.
- Рассчитать барометрическое давление на заданной высоте, если известно давление на уровне моря и средняя температура слоя; или высоту, зная давление и среднюю температуру.
- Приведение давление к уровню моря, т.е. найти Р₀ ниже лежащего уровня, совпадающего с уровнем моря, зная давление на высоте и высоту над уровнем моря.

Приведение давления к уровню моря производится на всех станциях, оно наносится на карты погоды, позволяя сравнивать между собой величины давления во всех пунктах земного шара.

24. Основные формы бар поля, опре-ие их по картам погоды

Изобарические поверхности - поверхности с одинаковым давлением. Располагаются одна над другой, не параллельны УМ. Повышаются над областями тепла и понижаются над областями холода

Высота изобарической поверхности измеряется от УМ, измеряется в геопотенциалах

Геопотенциальный метр численно равен работе, затраченной на подъем 1г воздуха на 1м при $g=9,8 \text{ м/с}^2$. Характеризует качественную сторону

Линейный метр характеризует количественную сторону. Глм отличается от лин. метра на 0,3%

$$H_{\text{Глм}} = 67,447 \text{ сr} \lg \frac{P_0}{P_H}$$

Изобара - пересечение изобарических поверхностей с УМ

Барическое поле: картина давления, где бар поверхности наносятся на карту погоды каждые 5гПа, показывающая распределение давления воздуха

Формы бар. поля:

- **Циклон (барический мин)** - область пониженного Р, ограниченная замкнутыми изобарами с наименьшим Р в центре.
Ветер: против ч.с. к центру
- **Антициклон (бар макс)** - область повышенного Р, ограниченная замкнутыми изобарами с наибольшим Р в центре.
Ветер: по ч.с. из центра
- **Ложбина** - вытянутая область пониж. Р, вдоль которой можно провести ось ложбины. (Не замкнутые изобар. поверхн)
- **Гребень** - вытянутая область повышен. Р, вдоль которой (по наибольшему р) можно провести ось. (Не замкнутые изобар. поверхн)
- **Седловина** - бар. поле между двумя крест накрест лежащими двумя областями циклона и антициклона

Условия погоды:
Плохие: циклон, ложбина
Благоприятные: антициклон, гребень

25. Давление QFE, QNH, QFF и их использование при обеспечении полетов

QFE – давление на уровне а/д или порога ВПП (дается экипажу для обеспечения посадки)

QFF – QFE, приведенное к УМ с учетом реальной температуры

QNH – QFE, приведенное к УМ по условиям СА

QNE – давление СА (760 мм.рт.ст/1013 гПа)

Эшелон - выделяемое для полётов относительная барометрическая высота, считаваемая от изобарической поверхности 1013 гПа. (фактически полет по барометрическим поверхностям)

Чтобы найти QNH:

1. По таблице СА определяем стандартную барометр. высоту H_p (Зная P_p)
2. $\Delta = H_p - H$; H-на аэродроме
3. По таблице СА опре-ем QNH по ΔH [округляем до меньшего значения гПа (для данных в сводках)]

26. Пространственно-временная изменчивость давления, используемая в практике характеристики

Скорость изменения давления

- земли: несколько гПа/сутки
 - При приближении фронтов и циклонов: 1-2гПа/ч и до 25гПа/сутки
 - С приближением тайфуна был макс: 24гПа/час
- С высотой давление уменьшается быстрее в нижн. слоях, чем на высоте

Изменение давления с высотой:

- 5 км $\frac{1}{2}$ давления у земли
- 10км $\frac{1}{4}$ давления у земли
- 20км $\frac{1}{16}$ давления у земли

Суточный ход: в основном непериодичный

Суточная амплитуда в среднем 3-4гПа

В тропиках: 2 максимума и 2 минимума

К 60 широтам: уст амплитуда-десятые доли гПа

Мин: утром /после обеда

Макс: перед полуднем /полночью

Годовой ход:

- **Умеренные широты:**
Над океанами: циклоны глубже зимой, чем летом
Над материками: антициклоны-зимой, циклоны-летом
- **Субтропики:**
Над океанами: антициклоны в Северном полушарии: в июле; в Южном: в январе
- **Жестко:** циклоны весь год
- **Над Арктикой:** антициклоны, сам антициклон над Гренландией
- **Над Антарктикой:** антициклон устойчивый весь год
- Типы годового хода:**
 - Над материками: тах-зимой; мин-летом. Амплитуда увел с удалением от океана
 - **Высокие широты:** тах-летом; мин-зимой

- **Средние широты:** тах-летом и зимой; мин-осенью и весной
- **Тропики:** годовой ход выражен слабо

27. Адиаб. устройство, построения

Кривая состояния - графическое изображение адиаб измен-ия Т в подним-еяся воз массе при любых Т и Р: нижняя часть до уровня конденсации - сухая адиабата; выше - влажная адиабата

Адиабатический способ изображения изменения Т при адиаб процессах

Кривая стратификации - кривая, показывающая распределение температуры с высотой над а/д

Изотерма - линии одинаковой удельной влажности (под откос вправо)

Депеграмма - кривая точек росы по высотам

Если ширина между кривыми состояния и стратификации неустойчивой атм-ы:

4-6 градуса - умеренная **турбулентность**

>6 градуса - сильная

Конденсационный слой: в самом верху ищем изотерму со значением 0,15 (между 0,1 и 0,2), проводим линию вниз/влево до пересечения с кривой стратификации

между изотермами 0,15-0,1 - конденсационный слой

Слой обледенения: строим кривую показывающую темп насыщения над льдом: $T_{\text{пл}} = -8(t - t_d)$, та область где кривая стратификации левее и Т=[(-40)-0]- слой обледенения

28. Уровни конденсации, конвекции и опре-ие их по АД

Уровень конденсации - высота, на которой водяной пар в поднимающемся воздухе достигает насыщения ($T=T_{\text{т.р.}}$). Зависит от дефицита точки росы у земли. Чем меньше дефицит, тем ниже уровень

Уровень конвекции - высота, до которой распространяется восходящий воз поток (при верт движении воз масса поднимается до тех пор, пока Т не сравняется с Токр.возд)

Если уровень конвекции выше уровня конденсац. то между слоями возникает облака

Уровень конвекции является верхней границей болтки саелотов, вызываемой неустойчивым состоянием атмосферы

29. Верт устойчиввость, ее оценка по АД

см 30-33 вопрос + вспоминай практику на АД

30. Адиаб-е процессы в атм-е

Адиабатические процессы - процессы, при которых изменение объема воздуха при верт движении происходит за счет внутр тепловой энергии поднимающ/опускающ-ся воздуха.

* **При адиаб подьеме:** воздух расширяется, тратит-ся внутр тепловая энергия, температура понижается

* **При адиаб опускании:** воздух сжимается, т.к. давление увеличивается, увеличивается и запас внутр энергии, темпер повышается

Мера охлаждения/нагревания - адиабатический градиент температуры

31. Сухадиаб и влажад градиенты

Сухаоадиабатический градиент (мера охлажд/нагрев-ия сухого воздуха при ад процессе) - изменение темп в данном объеме сухого/ ненас-ого водяными парами воздуха при поднятии/ опускании его на каждые 100м.

$$\gamma_a = 0,98^\circ\text{C}/100\text{м} (\approx 1^\circ\text{C}/100\text{м})$$

Влажнoадиабатический градиент - для воздуха насыщенного водяным паром. При поднятии воздуха часть пара конденсируется, выделяется скрытое тепло конденсации, уменьшающее величину охлаждения.

Влажнoад градиент, зависящий от Т и Р, обычно меньше сухoад-ого.

Чем выше Т в подним насыщ воздухе, тем меньше величина влажнoад градиента. Т.к. при более высокой Т в насыщ-ом воздухе солер-тся больше кол-во водяного пара, при конденсации которого выделяется большое кол-во скрытого тепла, в рез-те воздух охладж медленнее.

С уменьь-ем Р ($T=\text{const}$) влажнoад градиент уменьшается, т.к. воздух менее плотный, и скрытое тепло идет на нагревание меньшей массы воз-ха

При опускании насыщ воздуха происходит адиаб нагревание, в рез-те воз-ух удаляется от состояния насыщения. Т.е. опускающ-ся воздух всегда нагревается по сухoад закону

32. Верт движения, условия формирования

- 1) **Термическая конвекция** - вид верт. движ, возникающий вследствие неравног. нагревания воз-ха от подстилающей поверх-и

Над более нагретыми участками поверх-ти воздух быстро прогревается, становится теплее окр.воздуха (т.к. более легкий) поднимается вверх. Рядом с таким восходящим потоком появляется нисходящий. Виды:

* **Неупорядоченные токи воздуха** (термическая турбулентность)

* **Мощные упорядоченные движения больших масс воздуха**

Скорость может достигать нескольких м/с, иногда в Сб и более 20-30 м/с

2) Динамическая конвекция (динамическая турбулентность)

- неупорд вихревые движ-ия в слое до 1,5 км, возник-ющие при гор перемещении и трении воздуха о подстилающую поверхность.

Вертик состав-ая - от неск десятков см/с до м/с

3) Вынужденные вертикальные движения

* **Упорядоченные восходящие скольжения:** при втекании теплого воздуха по клину холодного (теплый фронт). Скорость: несколько км/с, гор протяж-е до несколько тысяч км

* **Вертикальные движения воздуха:** при активном подклинивании холодного воздуха под теплый (холодный фронт) и при встрече воз потока с крупными препятствиями

4) Волновые движения воздуха:

на слоях инверсии (ниж/верх границы) вследствие разности плотности и скорости движ воздуха над/под инверсией. Также наблюдаются над горами на их подветренной стороне (подветренные и стоячие волны). Скорость не превосходит несколько м/с

33. Условия устойчивости и неустойчивости

Начальное возн-е верт-ых движений: см 32

Дальнейшее развитие зависит от соотношения Т подним/опуск объема воздуха и Токр воздуха

Случаи развития верт движений:

1) Неустойчивое равновесие воздуха:

Если верт градиент Токр.возд > сухoад-ого и влажнoад-ого, то массы воздуха становятся неустойчивыми (т.е. будут подниматься/опускаться)

2) Устойчивое равновесие

Если верт градиент Токр.возд < влажнoад-ого и сухoад-ого, то массы будут возвращаться в прежнее устойчивое состояние

3) Влажно-неустойчивое равновесие (влажно-неустойчивость)

Если верт градиент Токр.возд < сухoад-ого, но > влажнoад-ого, то только при подьеме насыщ воздуха будет неустойчивое равновесие

4) Безразличное равновесие

Если верт градиент Токр.возд = сухoад-ому или влажнoад-ому, то некоторый объем воздуха, поднятый/опущенный на какую-л. высоту, здесь и останется

В насыщ-ом воздухе движение движения возникает легче, чем в сухом. При одном и том же верт градиенте насыщенный вохдух всегда более неустойчив

При неустойчивом состоянии верт движения воздуха интенсивно развиваются. Начавшееся движ-е воздуха вверх/вниз продолжается с возрастающей скоростью. Полет сопровождается бросками самолета и болтанкой

Слои, препятствующие развитию верт движений - **инверсии**, т.к. с высотой темп увеличивается, то подним-еяся масса, дойдя до этого слоя прекращает движение

34. Туманы условия их формирования

- скопление взвешенных капель воды/кристаллов льда вблизи зем повер-и

см 35 вопрос

35. Классификация туманов

По видимости:

- Сильные: <50м
- Умеренные: 50-500м
- Слабые: 500-1000м

Пымки - 1000м

Мгла - взвесь твердых частиц, ухудшающая видимость

Внутримассовые:

- **Туман охлаждения:**
- **Радиационные:** вследствие радиац-ого выхо-а излучения зем пов-сти и охлаждения от нее приземного слоя

В темную половину года: ночью в ясную/малооблачную погоду при ветре $\leq 3\text{м/с}$; над низинами и заболоченными местами

С восходом солнца рассеив-ся

Верт. мощность: от неск м до неск 10м

Гор. видимость: до 100м и менее

В холодную половину года: более опасный, т.к. при ясной погоде выхолаживание вследствие непер-ого излучения в течение ряда дней

Верт. мощность: до 1,5-2км и продолж-еет Т

- **Адвективные:** при движ-ии теплых влажных масс по холодной протд-щей поверх-и

При поднятии слой охладж-ся и путем турб-ого перемещ-ия охладж-не распр-еяет до высоты в неск 100м

Сопровождается нередко морозящими осадками

При У > 5 – 10м/с в любое т суток и могут длительно сохр-ся (до неск дней)

Над материком: в хол-ую половину года при движ теплых влж морских масс по выхоленн-ой повер-и почвы/ движ масс с более теплых

участок на более холодные в тепл половину года: при движ теплого с суши на холодное море

Над морем: в течение всего года при движ-ии с более теплой морской поверх-и на более холодную

- **Адвективно-радиационные:** при совместном действии адвекции и радиац-ого охлаждения

- **Туманы состояния:** в гор-х, когда при подьеме по склонам охлаждается вследствие адиаб расширения (темп↓ до точки росы)

- **Туман испарения:** в рез-е притока пара за счет испарения с теплой водной поверх-сти в более холодный воздух (раз темп воды и воздуха > 10)

- **Морские:** над незамерз-щими заливами, полын-ями в зимне месяцы
- **Осенние:** над реками и озерами осенью, когда поверх-ть воды теплее, чем воздуха

Фронтальные: появляются в рез-те конденсации пара, близком к насыщ-ию из-за испарения выпадающих осадков при фронтах. Р↓ перед теплым фронтом приводит к адиаб расш-ию приземного воздуха и его охлаждению

Ширина до 200км; опасен при слиянии с облаками

36. Видимость в разных туманах

см 35 вопрос (видимость дана только у радиационных)

37. Метео видимость, факторы опре-ия

Метео дальности видимости (МДВ) - предельная дальность, на которой становится невидимым в светлое время суток абсолютно черный объект угловых размеров более 20°, проектирующийся на фоне неба у горизонта

Дальность видимости на ВПП (ОВИ) - мак-ое расстояние по напр-ию взлета и посадки, в пределах которого пилот может видеть маркировку ее покрытия и/или огни, означающие препятствие, обозначающего ее осеую линию (высота ср уровня глаза пилота в самолете = 5м)

Факторы:

- фотометрические и пространственные хар-ки объекта (яркость, угловые размеры)
- хар-ка зрительного восприятия (порог световой и контрастной чувствительности глаза)
- оптическое состояние атм между объектом и наблюдателем

38. Методы, средства изме видимости

На полсе может опре-т-ся с помощью огней на ВПП: боковые посадочные огни (каждые 60м) (свыше 600м) и осевые огни (15-30м) (до 350м), по общим огням от 350-600м

Визуальные наблюдения: Дневные: выбирают 9 темных объектов, на расстоянии 50,200,500м и 1,2,4,10,20 и 50 км от пункта наблюдения

Ночные: по одиночным источникам света опр-ой силы, расположенным на различных расстояниях (9шт). Видимые огни - светятся точки, а не расплывчатые пятна

Инструментальные: Регистратор видимости РДВ-2 для дискретных и непрерывных наблюдений дистанционных измерений прозрачности атмосферы в любых метео условиях, днем и ночью

Прибор: Физический блок: сравнение двух световых потоков полученных от одного и того же источника

Импульсный фотометр: для дискретных и непрерывных дистанционных наблюдений прозрачности атм-ы

39. Посадочная видимость

-частный случай наклонной видимости - предельное расстояние по наклону вдоль гисады снижения, на котором летчик, совершающий посадку, может обнаружить и распознать ВПП

40. Наклонная видимость

см 42 вопрос

41. Связь наклонной видимости с НГО

НГО: Наклонная (посадочная):

До 100м: в ср 30% от гориз видимости

100-200м: в ср 50%

100-150м: 40-50%

150-200м: 60-75%

При высоте облаков выше 200м, примерно равна горизонтальной

42. Полетная видимость

- видимость определяемая с самолета. Может быть:

- **Горизонтальная:** видимость объектов на гориз. поверхности
- **Вертикальная:** видимость объекта на земной поверхности
- **Наклонная:** (наиболее важная); - максимальное расстояние, на котором с высоты можно увидеть предмет на зем-е под разными углами

Частный случай: *посадочная* - предельное расстояние по наклону вдоль гисады снижения, на котором летчик, совершающий посадку, может обнаружить и распознать ВПП

Посадочная и наклонная могут отличаться, т.к. под самолетом могут быть задерживающие слои (изотермия, инверсия), под которыми скапливаются водяной пар и др. частицы. В результате прям над полосой (или по наклонной ближе в

вертикальной) полосу видно хорошо (самое малое расстояние через замутненный слой), а по гисаде, пилот смотрит через большее расстояние замутненного слоя и полосу может не видеть

В среднем наклонная при НГО до 100м - 30%; 100-200м 50% от гориз видимости

При высоте облаков выше 200м, примерно равна горизонтальной

Может быть измерена через измерение прозрачности под наклоном по гисаде (инструментально)

43. Облака НЯ и влияние их на полеты ВС

Облака - существенный погодообразующий фактор, определяющий формирование и режим осадков, влияющих на тепловую режим атмосферы и Земли.

Переменяются на тысячах км, перенося и перераспределяя огромные массы воды.

см 46 вопрос о нижнем ярусе

Явления, опасные для полета:

- Турбулентность: вызывает болтанку
- Вертикальные токи: сильные броски ВС
- Грозовые явления, шквалы, обледенение, ливневые осадки, град и т.д. осложняют полет/посадку и взлет
- Низкая облачность: осложняет посадку
- Трудности полета в облаках:**
 - Отсутствие визуальной ориентировки
 - ухудшение видимости
 - Пилотирование только по приборам
 - Обледенение при Т<0, влияющее на аэродинамические свойства самолета.
 - Болтанка из-за турбулентности

44. Генетическая классификация облаков

Генетические (по происхождению):

- **Кучевообразные:** Различные виды конвекции

Кучевые (Cu) Высококучевые (Ac)

Кучево-дождевые (Cb) Перисто-кучевые (Cс)

Волнистообразные: Появляются при волновых колебаниях на слоях инверсии, изотермии и слоях с небольшим вертикальным градиентом Т

Перисто-кучевые волн (Cс und – undulatus)

Высококучевые волн (Ac und)

Слоисто-кучевые (Sc)

Слоистообразные: Возникают в результате восходящего скольжения воздуха вдоль пологих фронтальных разделов

Перистые (Ci)

Перисто-слоистые (Cs)

Высокослоистые (As)

Слоисто-дождевые (Ns)

45. Способы и средства измерения НГО

Инструментальный: с помощью измерителя облаков, регистратора облаков, триангуляционного измерителя, лазерного измерителя высоты облаков и метео радиолокатора (НГО, верхняя граница и прозрачность)

Инструментально-визуальный: потолочный прожектор (способность отражать свет в темное время суток), шар-пилот, ВС

Расчетный: по данным радиозондирования или по данным измерения метео параметров у земли

Визуальный: если инстр и инстр-виз-ый методы невозможны (при кол-ве облаков <5-6 баллов; интенсивные осадки) + помогают скорректировать инст наблюдения.

73. Влияние физических параметров атм на полет ВС на эшелоне

- При T↑ и P↓ плотность воздуха уменьшается и:
- Падение тяги двигателя
 - Уменьшение подъемной силы
 - Уменьшение скороподъемности
 - Повышение расхода топлива
 - Потребная скорость горизонтального полета увеличивается
 - Предельно допустимая высота полета уменьшается
 - Показаний скорости и высотомера: Зимой - завышены; Летом – занижены
 - масса должна быть уменьшена
 - меняется скорость звука ($a = 20\sqrt{T}$)

Температура: T=0: обледенение полосы
T<0: обледенение

Давление: неравномерное расположение изобарических поверхностей приводит к изменению истинной высоты самолета

Влажность: наличие пара приводит к образованию явлений, ухудшающих видимость (туман, дымка), к образованию облаков, осадков, гроз.

74. Регулярные и специальные наблюдения за фактической погодой в а/п

75. Сроки наблюдения

76. Формы представления

77. Использование метео инфы при УВД на разных этапах полета

78. Синоптический код КН-01. Наноска данных на карты погоды (схема)

79. Доп инфа

Ветер - горизонтальное движение воздуха вдоль земной поверхности, характеризующее скоростью и направлением.
Из-за неодн-ного расп-ия T и P вдоль земли возникает гор-ное движение воздуха из области высокого P в область низкого.
Структура ветра носит турбулентный характер, поэтому нарушаемое равновесие аэродин-их сил, за счет которых возникают добавочные ускорения, вызывают вредные перегрузки и болтанку

Основные характеристики:

- Скорость. [м/с, км/ч, узлы]
(1узел=2км/ч=0,5м/с)
- Направление - принята та часть горизонта, откуда дует ветер. (Измеряется в градусах/румбах(16шт))

В навигации направление-куда дует ветер.

Классификация по скорости:

- слабый 2-3м/с
- умеренный 4-7м/с
- сильный 10-12м/с
- очень сильный >15м/с
- шторм >20м/с
- ураган >30м/с

Типы:

- По направлению
 - Постоянный
 - Переменный: за 2 мин изменение более, чем на 1 румбу (22,5°)
- По скорости
 - Ровный
 - Порывистый: за 2 мин скорость изменяется на 4м/с и более

Шквал - кратковременное усиление ветра ≥ 15м/с со знач изменением направления

Прогноз туманов

Радиационный: условия: центральные части антициклонов, осей гребней, барические седловины, размытые бары

Способствуют: устойчивая стратификация атмосферы; часто с приземной инверсией и достаточная длительность периода охлаждения

Фронтальные: дается на основании прогноза перемещения фронта, прогноза ветра и фазового состояния осадков в зоне фронта

Адвективный: учитывается перемещение зон тумана, адвективные изменения температуры и точки росы; возможности снижения облаков до поверхности земли; охлаждение в процессе ночного радиационного выхолаживания

Над открытым морем прогноз сводится к прогнозу смещения массы, расположенной над более теплой поверхностью, на относительно холодную часть моря
Способствуют: большие градиенты температуры вдоль траектории перемещения воздушных масс

Прогноз расселяет: основан на учете факторов:

- Прекращение адвекции тепла в связи с изменением направленности ветра
- Прохождение теплого сектора циклона или оклюдирование циклона
- Понижение точки росы в связи с конденсацией пара
- Возрастание вертикального турбулентного обмена при понижении удельной влажности с высотой

- Выпадение интенсивных осадков, вызывающих процесс переко конденсации (мелкие испаряются, большие растут) и когуляции

Туманы испарения: перемещение холодной массы над открытую водную поверхность. Также учитывается вертикальный градиент температуры (чем меньше, тем вероятнее туман) и скорость ветра (слабый для тумана)