



# АВИАЦИОННА МЕТЕОРОЛОГИЯ

Съставил : Евелина Банкова

Ръководител сектор Метеорология в РЦ за ОВД при ДП РВД

- Обучаемите трябва да бъдат подготвени да ползват всички документи и материали свързани с метеорологичното обслужване;
- да кодират и декодират редовните и избрани специални метеорологични съобщения и прогнози;
- да познават предназначението и приложението на различните форми и карти, които са включени в полетната и предполетна документация.

### **Съдържание на този съкратен курс по метеорология за пилоти - PPL:**

#### **ВЪВЕДЕНИЕ**

#### **МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ И ЯВЛЕНИЯ**

##### **1.АТМОСФЕРА**

###### **1.1 Общи положения**

###### **1.2.Състав на атмосферата;**

###### **1.3.Строежна атмосферата:**

- Тропосфера/тропопауза;
- Стратосфера/стратопауза;
- Мезосфера/мезопауза;
- Термосфера/термопауза;
- Екзосфера;

##### **2.МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ И ЯВЛЕНИЯ**

###### **2.1.Общи положения**

###### **2.2. Атмосферна статика:**

- НАЛЯГАНЕ - P,
- ТЕМПЕРАТУРА – T
- ПЛЪТНОСТ - d
- Уравнение за идеалния газ;
- Влияние на температурата, плътността и налягането на височината на полет – висотометрия;
- Стандартна атмосфера;

##### **3.АТМОСФЕРНИ ЦИРКУЛАЦИИ**

- 3.1.Слънчева радиация – слънчева константа;
- 3.2.Слънце – общи положения;
- 3.3.Циркулационни клетки;

##### **4. ВЪЗДУШНИ МАСИ**

- 4.1 Определение;
- 4.2.Произход;
- 4.3.Класификация;

##### **5. ФРОНТАЛНИ ЗОНИ**

- 5.1Формиране;
- 5.2.Наименования;

##### **6. АТМОСФЕРНИ ФРОНТОВЕ**

- 6.1. Топъл фронт
- 6.2.Студен фронт
- 6.3 Оклюзионен фронт

- 6.4. Фази на млад циклон
- 7. СИНОПТИЧНИ КАРТИ
  - 7.1. Общи положения;
  - 7.2. карти на баричната топография;
  - 7.3. Видове карти на баричната топография;
- 8. БАРИЧНИ ОБРАЗУВАНИЯ
  - 8.1. Основни и вторични барични образувания;
  - 8.2. Движение на въздуха в циклона и антициклона –
  - 8.3. Нисходящи и възходящи;
  - 8.4. Сходящи и разходящи (конвергенция и дивергенция);
  - 8.5. Влияние на посоката на движение на въздуха върху времето;
- 9. АГРЕГАТНО СЪСТОЯНИЕ НА ВОДАТА; ЛАТЕНТНА ТОПЛИНА
  - 9.1. 3 агрегатни състояния на водата;
  - 9.2. Кръговрат на водата в атмосферата;
  - 9.3. Видове топлообмен;
  - 9.4. Латентна топлина на фазовите преходи;
- 10. АДИАБАТНИ ПРОЦЕСИ
  - 10.1. Определение
  - 10.2. Облакообразуване – продукти на кондензацията;
- 11. ОБЛАЦИ
  - 11.1. Определение
  - 11.2. механизми на образуване:
    - 11.2.1. На границите на две въздушни маси;
    - 11.2.2. Термичен и динамичен механизъм;
    - 11.2.3. Обтичане на препятствие :
      - a. при устойчив въздух – фьон и планински вълни;
      - b. при неустойчив въздух – мощни Св;
  - 11.3. Устойчивост и неустойчивост:
    - a. Сухоадиабатен и влажноадиабатен градиент;
    - b. Абсолютна, специфична и относителна влажност;
    - c. Неустойчиво, устойчиво и неутрално равновесие;
    - d. Точка на оросяване и дефицит на точката на оросяване;
  - 11.4. Класификация на облаците:
    - a. Според механизма на образуване –
    - b. Слоисти;
    - c. Вълнисти;
    - d. Купести;
    - 11.4.2. Според височината
      - a. Ниски – слоисти или купести - St, Sc, Ns, Cu;
      - b. Средни – слоисти или купести – Алто - As, As, Ns
      - c. Високи перести (цируси)- слоисти или купести - Ci, Cs, Cc
    - 11.4.3. условия за полети в облаците:
      - a. Опасности при полет в облаци – намалена видимост, турбуленция, обледенение, електризация;
      - b. Опасни явления във и/или около Св – турбуленция, обледенение, електризация;

- с. Фази на развитие на Св
- 11.4.4. Обледенение – степени слабо умерено и силно:
  - а. Структурно;
  - б. Индуктивно;
- 11.4.5. Турбуленция – степени слаба умерена и силна;
- 11.5. МЪГЛА
- 11.5.1. Определние за мъгла;
- 11.5.2. Видимост – видове:
  - а. MOP - MOR
  - б. Видимост на ПИК – RVR
- 11.6. Определяне на количеството и долната граница на облаците;
- 11.7. Шифриране на количество и ДГ на облаците за метеорологичните сведения METAR/SPECI и TAF;
- 11.8. Прибори за измерване на видимост и ДГО;
  - 10.8.1. трансмисометър и скетърметър;
  - 10.8.2. Облакомер;
- 11.9. Валежи:
  - 10.9.1. Видове – вътршномасови и фронтални;
  - 10.9.2. Фаза на валежите – твърди и/или течни;
  - 10.9.3. Механизми на образуване на валежите;
- 12. ВЯТЪР – определение
- 12.1. Област на проявление – приземни и високи ветрове;
- 12.2. Денонощен ход;
- 12.3. Основна причина за да духа вятъра;
- 12.4. Вятъра е векторна величина – има посока и скорост;
- 12.5. Измерване на посоката и скоростта на вятъра – ветромер
- 12.6. Единици за скорост и определяне на пососката по азимут;
- 12.7. Амплитуда – разлика в скоростта и посоката в денонощието – пориви на вятъра – микро и макропориви - предпоставки за турбуленция и срез на вятъра;

## МЕТЕОРОЛОГИЧНА ИНФОРМАЦИЯ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

- 1. АЕРОНАВИГАЦИОННИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ НАБЛЮДЕНИЯ И ИЗГОТВЯНЕ НА СВЕДЕНИЯ ЗА ВРЕМЕТО НА ЛЕТИЩАТА
- 1.1. Наблюдения За времето – ЛМС и МСС
- 1.2. Изготвяне н авиометеорологични сведения за времето на летищата;
  - а. Международни и вътрешни организации определящи вида, формата и съдържанието на сведенията – WMO, ICAO, Eurocontrol и министерство на транспорта и ГД ГВА.
  - б. Къде какво и как се наблюдава и как се изготвят сведенията:
- 1.3. Функции на ЛМС:
  - а. Наблюдение за: вятъра, видимост, метеорологични явления облаци, опасни явления;
  - б. Изготвяне н аметеорологични сведения – редовни, специални и избрани специални;
  - с. Брифинг, консултация и предполетна документация;

## I ВЪВЕДЕНИЕ

Авиационната метеорология е област от физиката на атмосферата, която изучава влиянието, което оказват метеорологичните елементи и атмосферните явления на експлоатацията на авиационната техника и безопасността на полетите.

В процеса на изучаване на метеорологичните условия при които се провеждат полетите на летателните апарати, авиационната метеорология влиза в досег с проблеми на аеродинамиката, самолетоводенето, навигацията, управлението на въздушното движение и всички научни области, които имат отношение към въздухоплаването.

Историята на авиационната метеорология е тясно свързана с развитието на авиацията и въпросите свързани с метеорологичното обезпечение на полетите. Експлоатацията на летателните апарати винаги е във взаимодействие с физическото състояние на атмосферата, което оказва влияние на аеродинамичните сили (подемна и челното съпротивление), тягата на двигателите, разхода на гориво, скоростта и пределно допустимата височина (тавана) на полета, на работата и достоверността на показанията на аеронавигационните прибори.

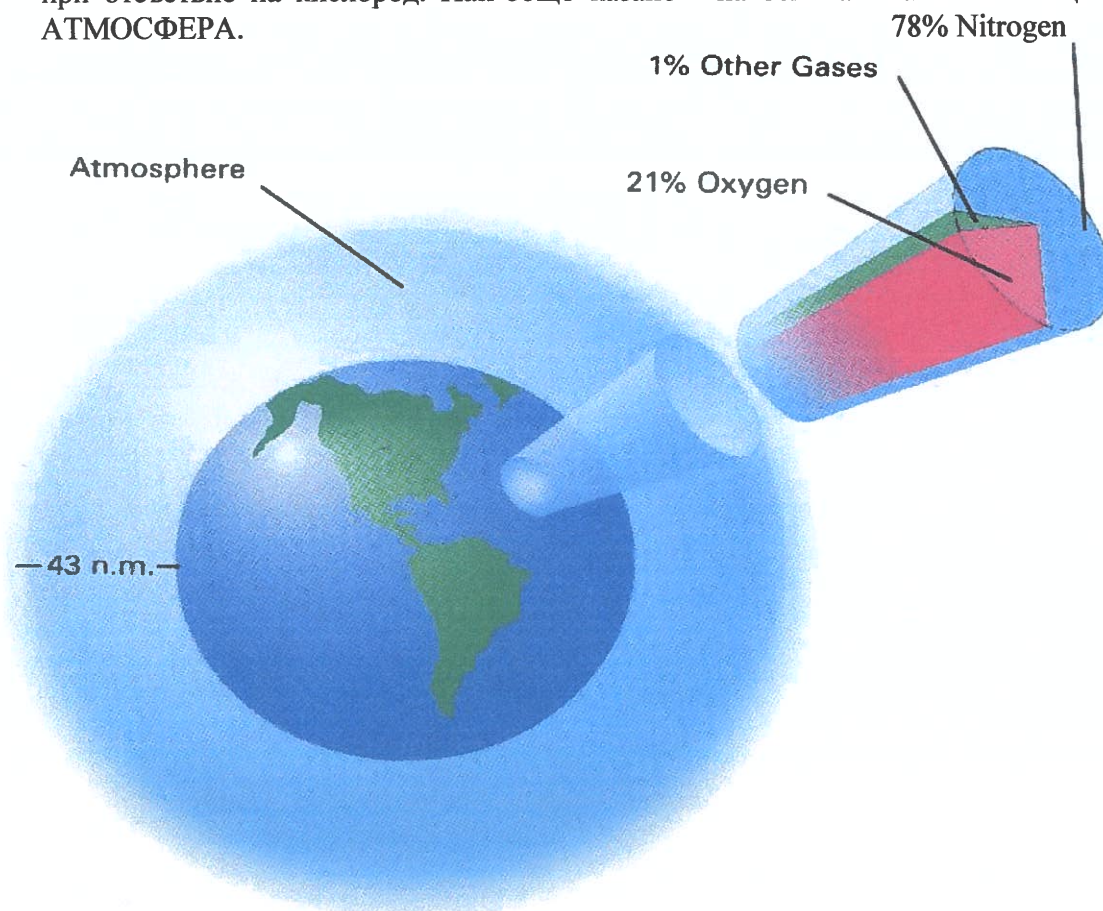
Като отчетем значителната зависимост на ефективността на полетите от метеорологичните условия, достигаме до задачата да въведем разумни ограничения при изпълнението на излитане и кацане в сложни метеорологични условия. Това е сложна задача, която е свързана с правилната оценка на опасностите при различните етапи на кацане и излитане и достигане на задоволителна степен на безопасност, при изпълнение на полетите в различни метеорологични условия. Създаването на минимумите за излитане и кацане и обосноваването им за типа летище, за типа самолет и за всеки отделен пилот е един от елементите на решението на тази сложна и многостранна задача за оптимално отчитане на условията на полет. В настоящия момент, когато въздушното пространство е наситено с различен тип летателни апарати, възникна остра необходимост от контрол и отчет на атмосферните фактори, влияещи на управлението на въздушното движение. Във връзка с този задълбочаващ се проблем се въвеждат все повече числени методи за прогноза и отчитане на метеорологичните фактори, радарната и спътникова информация, като допълнителна информация за фактическото състояние на атмосферата на различни нива.

### 1. АТМОСФЕРА

#### 1.1 Общи положения

Земната атмосфера играе изключително важна роля за живота на Земята. Ако нямаше атмосфера температурата на повърхността би надвишавала  $100^{\circ}\text{C}$  през деня и би достигала под  $-100^{\circ}\text{C}$  през ноща. Денят и ноща биха се сменяли мигновено. Навсякъде би царил абсолютна тишина, небето би било абсолютно черно и водата от повърхността на Земята би изчезнала. Смъртоносните космически лъчи и ултравиолетовото излъчване биха умъртвили всяка форма на живот на повърхността

при отсъствие на кислород. Най-общо казано - на Земята има живот защото има АТМОСФЕРА.



Фиг.1 състав на атмосферата.

### 1.2. Състав на атмосферата – постоянен и променлив.

Газовата обвивка на земята се нарича атмосфера - фиг.1 Атмосферата представлява механична смес от газове. Състои се от две групи газове - постоянни и променливи. Основните газове съставляващи земната атмосфера са: Азот 78,08%, Кислород 20,95% Аргон 0,93% и около 1% инертни газове. Постоянния състав се е запазил без промяна милиони години;

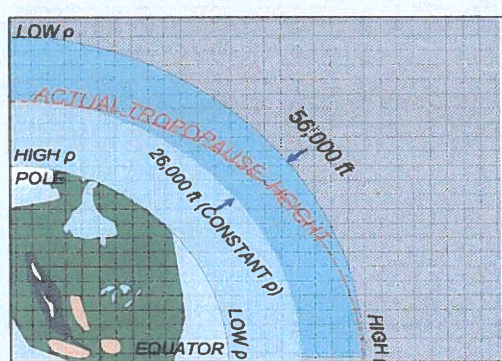


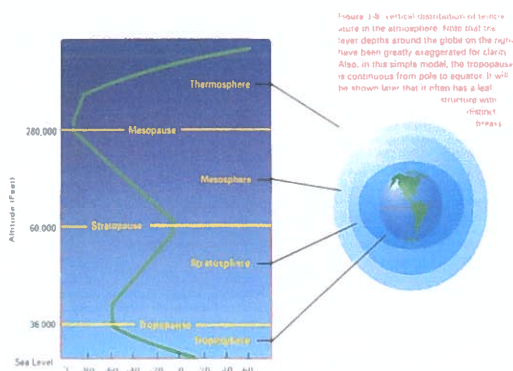
Figure 3.1. The Effect of Latitude on Density.

фиг.2 плътността на атмосферата

- Физичните характеристики, въз основа на които се изследва атмосферата са: температура, налягане, плътност и влажност. Тези характеристики варират както във вертикалното си разпределение така и хоризонтално. Фиг. 2 разлика в плътността.

### 1.3.Строеж:

-според разпределението на температурата на атмосферата във височина, същата се дели на:



фиг.3 разпределение на температурата

## Тропосфера – слой на смесване

1.Тропосферата е най-ниския слой от атмосферата. Тук се съдържа най-голямо количество водна пара.

### 1.1.Тя се дели на ПРИЗЕМЕН СЛОЙ:

най-долните 50 -100м до 200м, където има най-големи температурни градиенти, значителна турбулентност и вятъра се влияе от триенето. Приземния слой е част от ниската тропосфера. Този слой се нарича още ПЛАНЕТАРЕН ГРАНИЧЕН СЛОЙ -това са най-долните 1000м - 1500м от атмосферата. Тук най-силно се чувства триенето и всички метеорологични елементи имат денонощен ход – или се нарича се още СЛОЙ НА ТРИЕНЕ защото в този слой скоростта на вятъра расте с височината и се наблюдава значителна турбулентност.

1.2.СРЕДНА ТРОПОСФЕРА – слой от 1,5 - 2км до 5-6 км, където се образуват облаците.

1.3..ВИСОКА ТРОПОСФЕРА - това е слой от 6 - 7км до тропопаузата в който духат най-силните ветрове. Там се разполагат СТРУЙНИТЕ ТЕЧЕНИЯ, които представляват тесни, но много дълги области "реки" от много-силен вятър.

2.ТРОПОПАУЗА - това е преходен слой с дебелина от няколко стотин метра до няколко километра - /най-често 1 -1,5км / от който нагоре температурата се запазва постоянна - "изотермия". Над полюсите температурата е около - 56oC.

2.1.Височината на тропопаузата за полярните области е разположена на около 8 - 9 км.

2.2.Екваториалната тропопауза е разположена по-високо и може да достигне до - 16 - 18км при температура на горния край от - 75oC до -80oC;

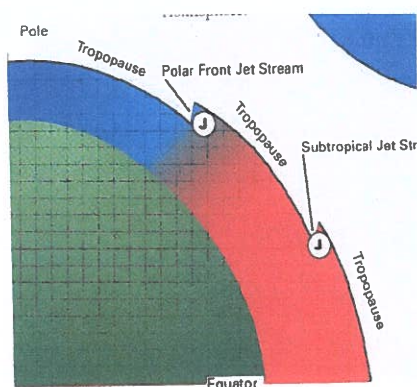


Figure 12.11 Sub-Tropical Jetstreams

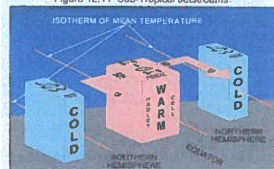


Figure 12.12 Sub-Tropical Jetstreams

фиг.4 и фиг.5

Струйни течения – механизъм на формиране;

2.2.1. Струйните течения - СТ се образуват непосредствено около ТРОПОПАУЗАТА. Най- характерни са Полярното струйно течение и Субтропичното СТ. Струйните течения обикалят земята от запад на изток с минимална скорост над 100 км/час. Разположени се около средните ширини и носят имената навъздушните маси, под влиянието на които се образуват, взети по името на региона на тяхното формиране .  
3.СТРАТОСФЕРА зона в която се наблюдава повишение на температурата с увеличаване на височината от 11км нагоре и -56,6oC;

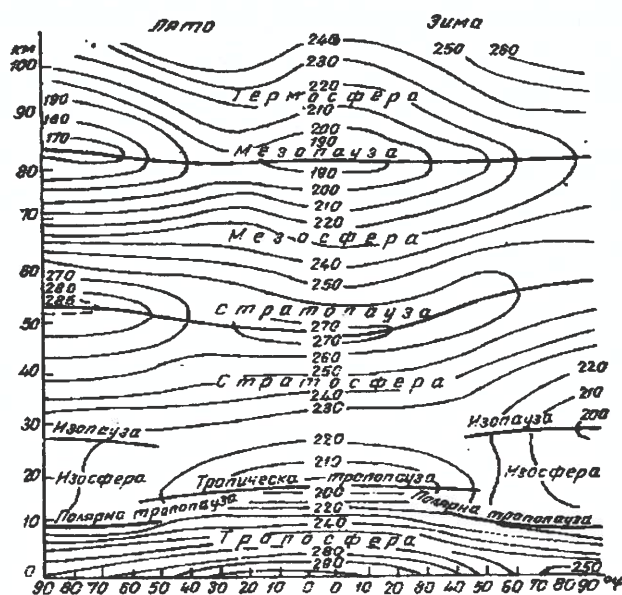
3.1. Строеж и вертикални размери: Над полярните и високите ширини температурата се задържа постоянна до около 25 км - 30 км височина. Там се наблюдават "седефените" /перламутровите от рус./ облаци; Така стратосферата се дели на два подслоя с преходна зона наречена **изосфера**.От там нагоре температурата започва да се повишава, за сметка на поглъщането на ултравиолетовата част от спектъра от атмосферния озон, като достига 0 +2,5oC на ниво на стратопаузата.

До тук се съдържа 99% от масата на атмосферата.

4. СТРАТОПАУЗА -се нарича преходен граничен слой, където под влияние на поглъщане на слънчевата радиация от озо̀на температурата се повишава и на горната граница на слоя достига стойности о̀коло 0 +2,5oC . Тази област с висока температура се нарича – СТРАТОПИК

5. МЕЗОСФЕРА се нарича слой от атмосферата от 50км до 80 км височина. В този слой поради неустойчивост и турбулентно смесване температурата започва да пада и достига най-ниските стойности в атмосферата -80°C до -120oCНа височина 80км се наблюдават **сребристите облаци**;

6.МЕЗОПАУЗА - граничната повърхност, от която нагоре температурата започва да се повишава.Тази температура се измерва със скоросттана свободния пробег на молекулите - кинетична температура.



Фиг. 2.17. Меридионален разрез на температурата на въздуха за височини до 100 km през лятото и зимата (по В. Р. Дубенцов)

7. **ТЕРМОСФЕРА** от 80 km нагоре температурата в слоя се повишава вследствие на фотодисоциации и рекомбинации на молекули. Тук е разположена така наречената **турбупауза**. Тя се намира на височина около 120 km. До тази височина състава на атмосферата е постоянен - нарича се **хомосфера**. Слойт над 95-100 km височина се нарича **ХЕТЕРОСФЕРА**, където състава на атмосферата не е постоянен.

По отношение на електричните заряди в атмосферата има няколко нива. Най-ниското ниво където има натрупване на йонизирани частици е 25-30 km. На височина около 180 km е вторият максимум от йонизирани частици. От тази височина нагоре е разположена **ЙОНОСФЕРАТА** - това е област където веществото е под формата на плазма - преобладават йонизираните частици.

8. **ТЕРМОПАУЗАТА** - преходния слой над термосферата е на височина около 450 km.

Над термопаузата има още едно особено ниво - тук се намира нивото от което нагоре част от молекулите с по-високи скорости се откъсват от атмосферата и отлитат в междупланетното пространство - това е **КРИТИЧНОТО НИВО**. Намира се на височина 500 - 600 km. **ЕКЗОСФЕРА** - от 450 до 1000-1100 km;

Над 1000 km атмосферата се състои от **хелий и водород** - продукти от химични реакции между водна пара и метан. Излитания в междупланетното пространство водород образува слой наречен **ГЕОКОРОНА**

9. Граници на земната атмосфера:

9.1. За долна граница се приема земната и водната повърхност, но тук трябва да се отчита влиянието на литосферата и хидросферата върху земната атмосфера;

9.2. За горна граница условно се взема височината до която се извършват определени процеси и се наблюдават атмосферни явления около 1000 - 1100 km;

Особени нива в атмосферата - На височина около 120 km се наблюдава **турбо-паузата** - зона на турбулентно смесване до където се запазва постоянния състав на атмосферата от създаването ѝ до сега - в продължение на милиони години;

Земята представлява един естествен магнит, като магнитните полюси не съвпадат напълно с географските. Магнитното поле на земята силно се влияе от слънчевата

радиация. Слънчевият вятър сплесква магнитното поле от страната на Слънцето и издухва в противоположна старана електрически заредените частици. Така се образува така наречената Геокорона на земята.

## МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ И ЯВЛЕНИЯ

### ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

Физическото състояние на атмосферата в даден момент се характеризира с “*n*” величини наречени метеорологични елементи. Най-често в метеорологията се използват не моментни, а осреднени за определен интервал от време стойности на тези величини. Наблюденията и някои теоретични съображения показват, че в приземния атмосферен слой, най-представителни са средни стойности при интервал на осреднение от 10 минути. В метеорологията широко се използва понятието *атмосферно явление* и *метеорологичен елемент*. Метеорологичните елементи са количествените характеристики на състоянието на атмосферата, а явленията характеризират това състояние качествено. За пример – облакът е явление, но отделните негови характеристики – форма, височина на долната и горна граница, дебелина, водност и др. са метеорологични елементи. Друг пример – мъглата е метеорологично явление, но хоризонталната и вертикална видимост в нея са метеорологични елементи. Казано най-общо – метеорологичните явления и комплекса от елементи, които ги характеризират, в определен момент над конкретен район характеризират приелия гражданско приложение термин *време* в метеорологичен смисъл. Времето често се характеризира не с всички, а само с някой определен елемент - например казваме – «времето е студено», «облачно е», «дъждовно време» и др.

Понятието климат отразява получената от многогодишни данни представа за развитието на времето над конкретен район през определен период в годината. Изготвят се средно месечни характеристики, сезонни или годишни статистически редици на метеорологичните елементи. Изготвят се 10 годишни характеристики на метеорологичните елементи за даден район, които се наричат *климатични норми*, тези норми се преизчисляват за последните 30 години.

Най-представителни са климатичните норми за температурата и налягането, които характеризират климата над даден район. Изменението на температурата и налягането по хоризонтала и вертикала е важен показател за климата на района. Това изменение разглеждано за единица разстояние (височина) се нарича градиент на съответния метеорологичен елемент.

*Температурен градиент* – това е изменението на температурата с височината. В Стандартната атмосфера вертикалният температурен градиент е *отрицателна* величина (температурата намалява с височината), като това понижение е приблизително равно на 1oC на 100м. В реалната атмосфера, този елемент може да придобие и положителни стойности- *изотермия* и *инверсия*. От знака и абсолютната стойност на температурния градиент зависи стратификацията на въздушната маса и вида на облаците, които се развиват в дадения момент – инверсионни слоисти или купести, както и активни купесто-дъждовни с вертикално развитие - Св. Хоризонталният температурен градиент характеризира изменението на температурата по хоризонтала. Най-големи стойности достига този показател в зоната и на линията на атмосферните фронтове.

**Баричен градиент** – вертикалният баричен градиент характеризира изменението на атмосферното налягане за единица височина. В атмосферата се използва термина **барометрична стъпка**, това е височината на която трябва да се преместим за да се промени налягането с 1 единица – 1мм живачен стълб или 1 хПа = 1 мб. Определя се по формулата -  $p = 8\,000/p \cdot (1 + 0,004t)$ , където  $t$  е температурата на слоя, а  $p$  е налягането. В Стандартната атмосфера този показател е около **10- 12 hPa на 100м**. Както и при температурния, хоризонталният баричен градиент характеризира изменението на налягането по хоризонтала. Най-силно се изменя хоризонталният баричен градиент на линията на атмосферните фронтове. За да се проследи разпределението на налягането по хоризонтала и да се оцени хоризонталният баричен градиент, се чертаят картите на баричната топография. Линиите, които свързват точки с еднакво налягане се наричат **изобари**. По аналогия с приземните карти се чертаят карти на разпределението на налягането по хоризонтала, но на различна височина над земната повърхност – това са висотинни карти, на които се съединяват точки, не с еднакво налягане, а с еднаква геопотенциална височина - това е височината на дадената барична повърхнина спрямо земната повърхност а линиите съединяващи точките с еднаква геопотенциална височина измерена в геопотенциални декаметри се наричат – **изохипси**.

## АТМОСФЕРНА СТАТИКА

Онзи раздел в метеорологията, който разглежда закономерностите в разпределението на метеорологичните елементи във височина, при отсъствие на движение спрямо земната повърхност, се нарича атмосферна статика.

Предмет на атмосферната статика е разпределението на налягането и температурата и плътността с височината.

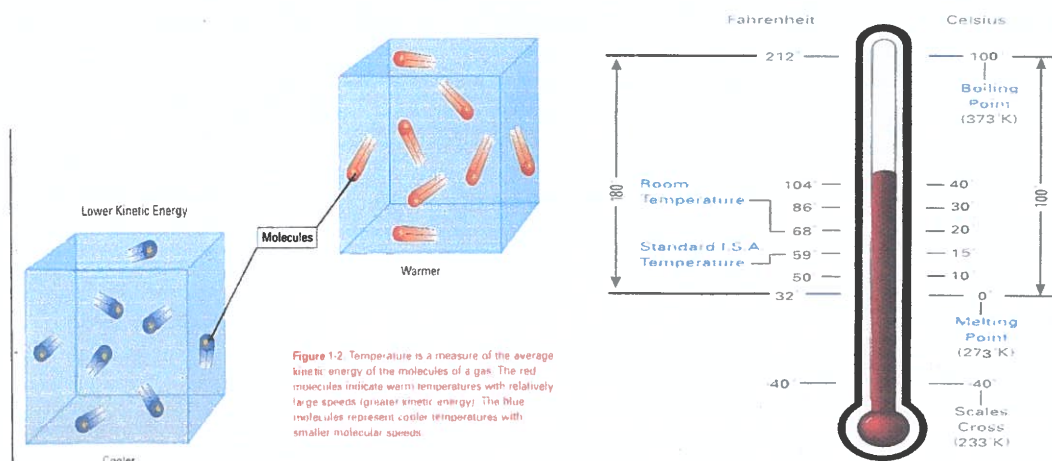
### НАЛЯГАНЕ - P, ПЛЪТНОСТ - d ТЕМПЕРАТУРА – T

- Основното уравнение на атмосферната статика определя закона по който налягането намалява с височината, в зависимост от плътността и температурата на въздуха  $p = d \cdot R \cdot T$
- P - налягане
- d - плътност
- R – газова константа
- T – температура

### ТЕМПЕРАТУРА на въздуха - определение

Температурата се определя от скоростта с която се движат молекулите в отделен обем въздух. По-голяма скорост – по-висока кинетична енергия - по-висока температура. Друго определение за температура идва от сравнението на степента на нагрятост на телата.

Фиг.6 Илюстрация на възката между кинетичната енергия на молекулите и температурата.



Фиг. 7 Термометър и температурни скали

**ЕДИНИЦИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ** – въпроса за измерване на температурата е много сложен, но за целта на това ръководство е достатъчно да въведем стандартните приети за измерване на температура единици : Целзий -  $t^{\circ}\text{C}$ , по Фаренхайт -  $t^{\circ}\text{F}$  и по Келвин  $T^{\circ}\text{K}$  :  
 $T^{\circ}\text{K} = t^{\circ}\text{C} + 273$ ;  $t^{\circ}\text{C} = 5/9 (t^{\circ}\text{F} - 32)$ ;  $t^{\circ}\text{F} = 9/5 (t^{\circ}\text{C} + 32)$

**НАЛЯГАНЕТО** представлява силата, с която молекулите в отделен обем въздух натискат границите на обема, перпендикулярно на повърхността.

Друг метод за измерване на налягане: мери се теглото на атмосферен слой с единично сечение – 1 квадратен сантиметър или друга мерна единица от височината за която се измерва до горния край на атмосферата.

Фиг.8 теглото на атмосферен стълб въздух с 1 квадратен сантиметър сечение.

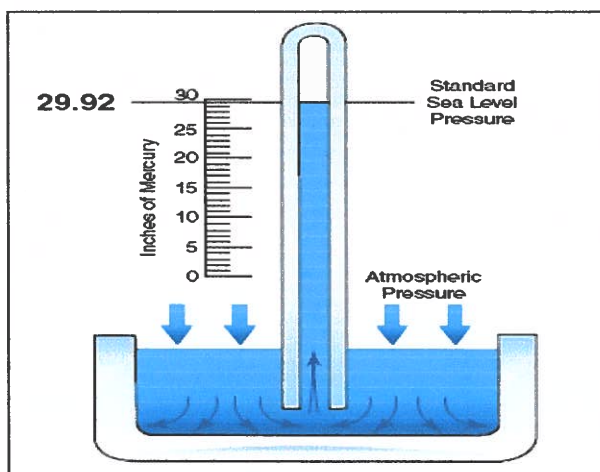
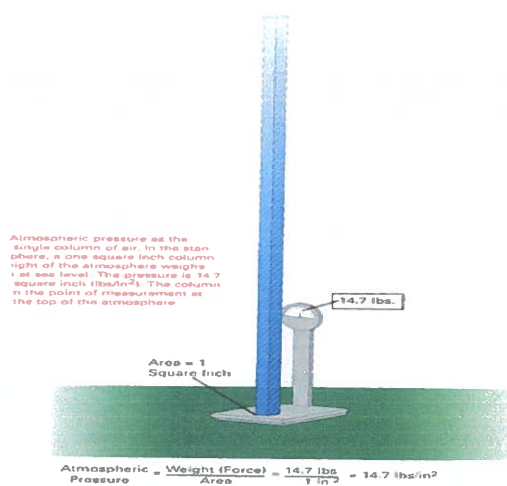


Figure 2-1. Standard sea level pressure.

Фиг.9 височината до която се издига живачен стълб под теглото на въздуха.

Торичели е измерил височината до която се издига живачен стълб със сечение 1cm<sup>2</sup> вследствие теглото на атмосферата;

На морско ниво тя е равна на 760 мм

Единици за измерване на атмосферното налягане.

760 мм Hg = 1013,25 mb; 1 mm Hg = 133,3 Pa = 1,33 mb;

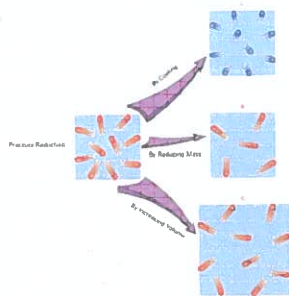
1 mb = 100 Pa = 1 hPa - единицата хектопаскал е приета в системата СИ за основна единица за измерване на налягането: 1 hPa = 1 mb;

**Зависимост на налягането от температурата и плътността на газа.**

Това е закона за идеалния газ:

$p = r.R.T$  където  $p$  – налягане,  $r$  – плътност  $R$  – газова константа,  $T$  - температура

фиг.10 дава зависимостта на налягането от температурата и плътността



фиг.10

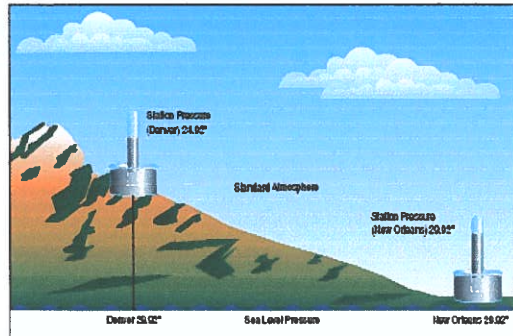


Figure 10-6. Station pressure is converted to, and reported in, sea level pressure.

fig.13

От формулата следва за ключението, че когато се променя температурата на газа, се променя и неговата плътност и налягането му. Зависимостта е право пропорционална:

При повишение на температурата се повишава налягането, ако няма промяна в плътността и обема;

$$p = R.T.r$$

Съществува тясна връзка между височина и налягане – налягането е теглото на въздуха над дадена точка и когато това тегло намалее, съответно е намалало налягането - от тази проста връзка се търси и начин за определяне на височина по налягане – този въпрос се тертира в област наречена «висотометрия» или от «altimeter» алтиметрия.

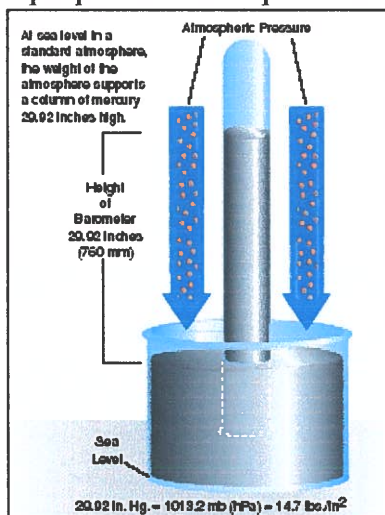


Figure 10-4. Mercurial barometer.

фиг. 10

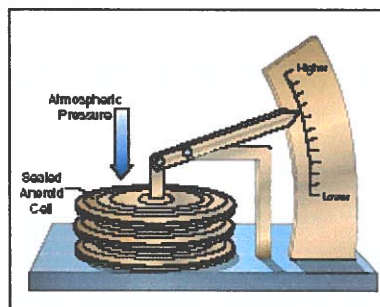


Figure 10-5. Aneroid barometer.

фиг.12

На фиг 11 се вижда принципа на измерване на налягането, а фиг.12 илюстрира как се градуира измерителя на налягането по височина.

### 1.5. Връзка между измерването на височината и налягането

Тясната връзка между налягането и височината в атмосферата се използва за измерването на височина чрез така наречената „алтиметрия“. Уредът, който се използва се нарича висотомер (altimeter). По същество, това е един анероиден барометър, който вместо в единици за налягане е градуиран в единици за височина. Връзката между налягането и височината, обаче, търпи непрекъснати изменения. Тя зависи от плътността на въздуха във въздушния стълб до дадената височина, която пък е свързана с температурата. Трите характеристики - плътност, налягане и температура, са свързани помежду си чрез закона за идеалния газ, който се описва с формулата:

$$p = \rho \cdot R \cdot T \quad (1)$$

Участващите във формулата елементи имат следното значение:

- $p$  - налягане;
- $\rho$  - плътност на въздуха;
- $R$  - универсална газова константа;
- $T$  - температура в градуси по скалата на Келвин.

Основната връзка между налягане и височина се определя с формулата,

$$p = p_0 \cdot \exp [(-g / R T) \cdot DH] \quad (2)$$

в която:

- $p$  - налягане на горното ниво на слоя;
- $p_0$  - налягането на долното ниво на слоя;
- $g$  - земното ускорение;
- $R$  - универсалината газова константа;
- $T$  - средната температура на слоя;
- $DH$  - дебелина на въздушния слой.

За практически разчети може да се използва формулата,

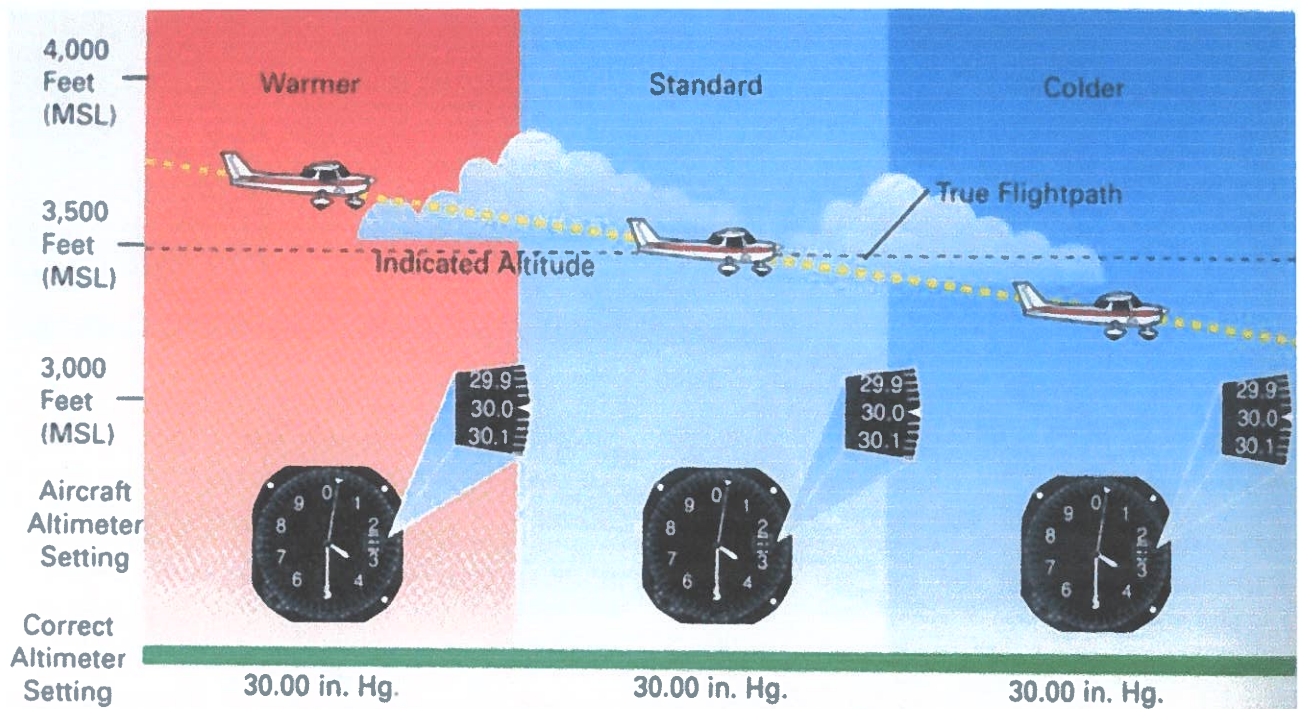
$$H = R (T_{cp} / T_0) \cdot \log (P_0 / P) \quad (3)$$

в която:

- $H$  - височина;
- $R$  - универсалината газова константа;
- $T_{cp}$  - средна температура за слоя;
- $T_0$  - температура на средното морско ниво;
- $P_0$  - налягане на средното морско ниво;
- $P$  - налягане на горното ниво на слоя.

Във формулите 2 и 3, височината е в километри, налягането е в хектопаскали, а температура в градуси по скалата на Келвин.

## ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА И ПЛЪТНОСТТА на въздуха върху ВИСОЧИНАТА НА ПОЛЕТА



Фиг.14 плътността на въздуха в реалната атмосфера се променя под влияние на температурата, а от там и действителната височина на полета.

В реалната атмосфера налягането се мени, при промяна на температурата, защото се мени плътността на въздуха;

- Когато се лети от високо към ниско налягане, истинската височина е различна;
- При ВИСОКО налягане истинската височина > от инструменталната;
- При НИСКО налягане истинската височина < от инструменталната;

**Висотомер – определение**

Висотомер се нарича стрелкови прибор, който мери налягане P, но е градуиран по височина над земната повърхност H; Инструмента е калибриран според височините по Стандартната Атмосфера;

Всички висотомери са градуирани по СА да показват еднаква височина при едно и също налягане;

Всички имат опция показанията да се приравнят според конкретна стойност на налягането

На прибора се получава разлика между реалната и инструменталната височина. Тази разлика изисква да се коригират показанията на висотомера;

**Нагласяване на висотомера**

Стрелката на висотомера е подвижна Преди излитане тя се нагласява според височината по QNH, QFE, SPS;

SPS – standard pressure settings. Висотомера се нагласява по налягането в СА на морско ниво 1013 мб;

Фиг.15 нагласяне на висотомера.

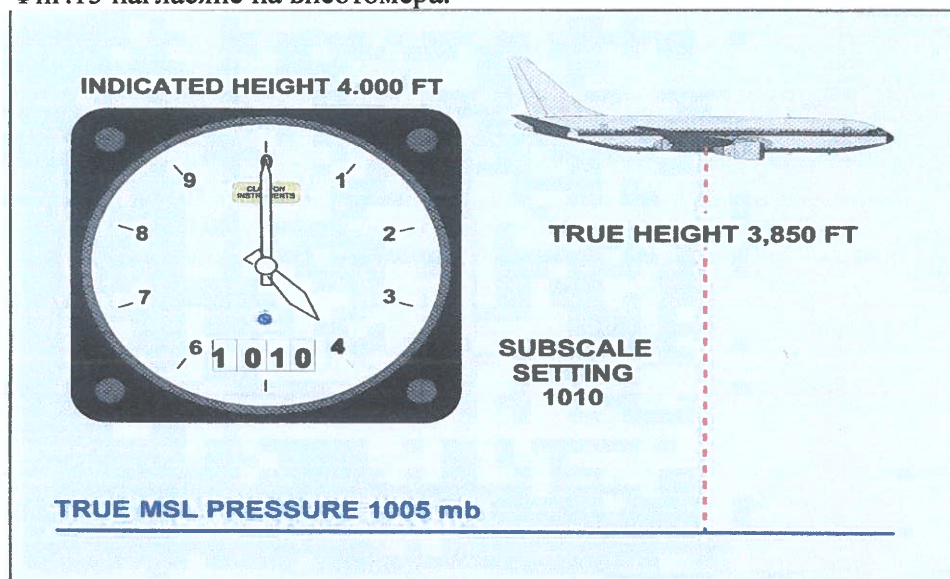


Figure 6.9. Barometric Error.

Висотомера се нагласява според локалната стойност на налягането.

Първото показание на фиг1 е конкретната стойност на налягане 1010 mb на MSL

На фиг.15 показанията съответстват на 1010 mb MSL, докато за височина на нивото на летището стрелката е поставена на 0.

Примера на фиг 16 показва, как докато самолета е престоял на летището налягането се е понижило на 1000 мб. Стрелката на висотомера показва 300м - по-голяма височина от реалната. За висотомера промяната в атмосферното налягане е свързана с промяна на височината над повърхността. В този случай стрелката трябва да се нулира.

Фиг.16 с двете показания на висотомера, при второто се вижда грешката.

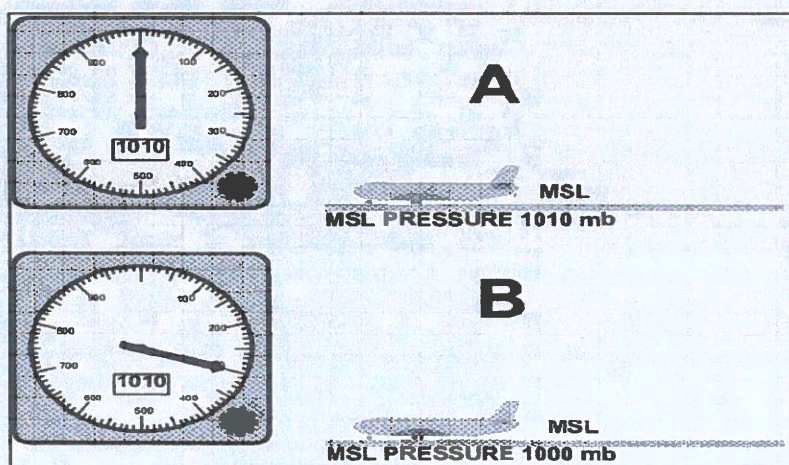


Figure 6.2. The Altimeter Responding to Changes in Pressure.

фиг.16

За да се избегнат грешките описани по-горе и да се стандартизират измерванията се въвежда идеализирана среда, наречена СТАНДАРТНА АТМОСФЕРА - СА

Зависимост на височината на полет от температурата:

Приборите са калибрирани по СА;

- Лети се по фиксирано налягане FL
- Когато  $T_{ок} < T_{са}$ , истинската височина  $<$  от инструменталната;
- Когато  $T_{ок} > T_{са}$  истинската височина  $>$  от инструменталната;
- Фиг17 зависимост на височината от температурата;

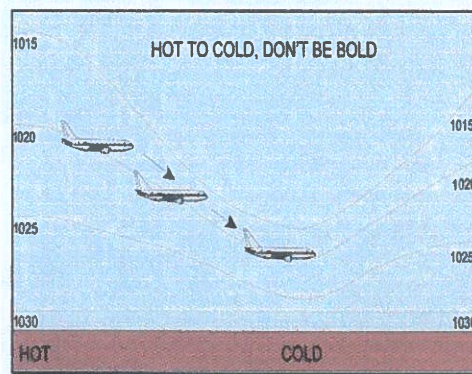


Figure 6.4

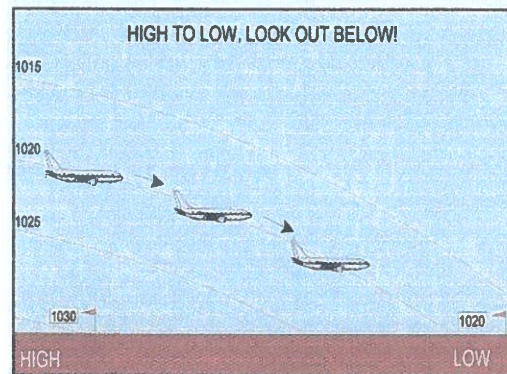


Figure 6.3

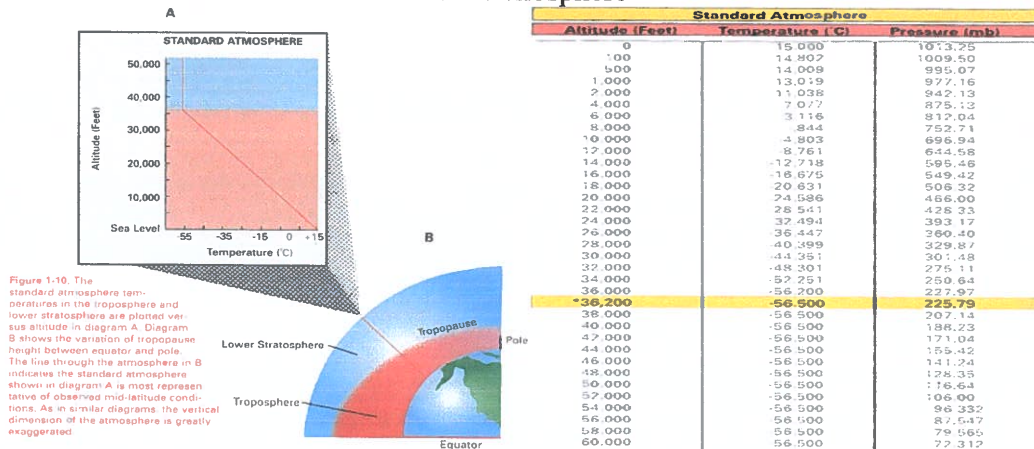
- Фиг18. зависимост на височината на полет от налягането.

Там където налягането е по-високо - това означава по-голямо количество въздух, което се стича към областта с ниско налягане – по-малкото количество въздух. Така височината над ниското налягане е по-малка

Стандартна атмосфера –фиг 19

- СА е създадена на базата на 100 год. средностатистически стойности на Т, Р, плътността, влажността и др.
- По СА  $T_{м. н.} = 15^{\circ}C$ , вертикалният температурен градиент е постоянен и е равен на  $1.98^{\circ}C$  на 1000 фита, като нагоре температурата пада равномерно до 11км височина, където достига
- $-56.6^{\circ}C$ ; поСА няма вятър; СА няма влага; налягането на М.Н. е 1013, 25 hPa, молекулната плътност на газа е  $1,225g/m^3$

Фиг.19. СА – ISA – ICAO Standard Atmosphere



Определения на QFE, QNH, QNE, SPS фиг 20 и фиг 21;

QFE

Airfield pressure. With this pressure set on the altimeter, the instrument will read zero on the ground, or the height of the aircraft above the airfield.

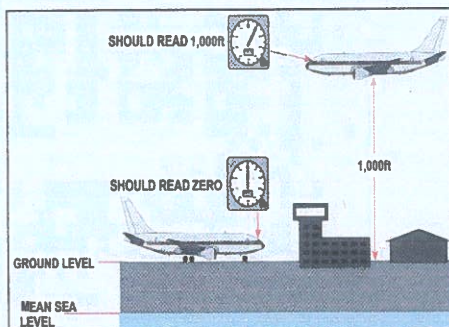


Figure 6.5. Airfield Pressure - QFE.

QNH

This is the airfield pressure converted to MSL in accordance with the ICAO ISA. The altimeter will then read the height of the airfield above MSL, or the aircraft's height AMSL.

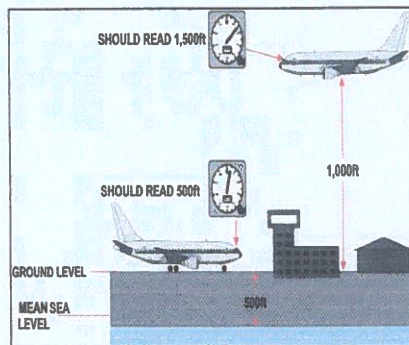


Figure 6.6. Mean Sea Level Pressure - QNH.

Безопасна фиг.22 и минимална безопасна височина – фиг.23

- За да се определи безопасната височина за полети над насечена местност, се определя минимална безопасна височина;
- Минималната безопасна височина варира според изискванията на съответната фирма и височината на конкретното препятствие
- Например МБВ за полети в средното въздушно пространство е 300м
- За София спрямо Витоша (Ч. Врх) минимална безопасна секторна височина е 2100м - от височината на върха се вади височината на летището и към нея се добавят безопасните 300м – фиг.23.

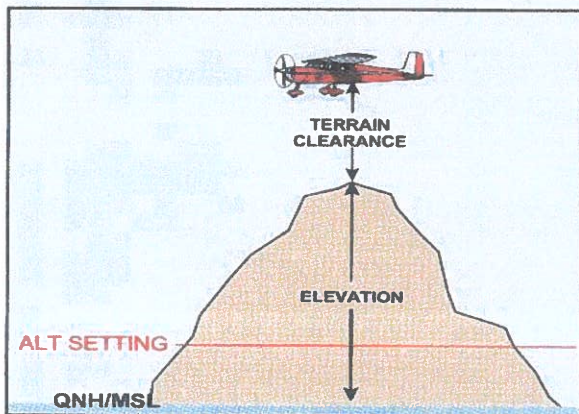


Figure 6.10 Terrain Clearance.

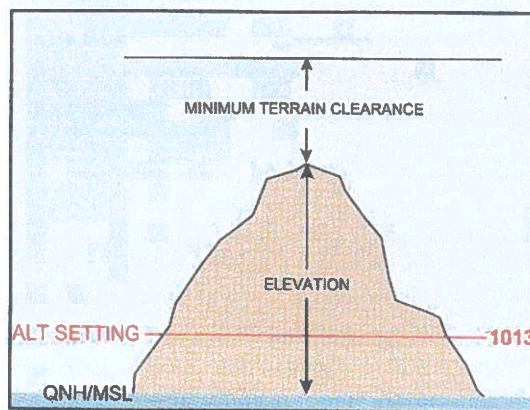


Figure 6.11. Minimum Flight Level Calculation.

Фиг.23 минимална безопасна височина.

Въвеждат се понятията:

- Барометрична височина PA; Превисение спрямо морско ниво - elevation;
- Полетно ниво FL; Полетна височина FA; Преходен слой

### 3.1. Настройване по QFE

QFE е атмосферното налягане на летището измерено или определено за прага на съответното направление на ПИК. При наличие на автоматизирана система за метеорологични наблюдения, датчикът за налягане от анероиден тип се разполага близо до прага, така че показанията му да съпадат с QFE. Ако наблюденията на атмосферното налягане се извършва на друго място, (например в метеопункт или на летищна контролна кула), отчетените показания трябва да се приведат към височината на прага на ПИК. При разлика между височините на двата прага на ПИК повече от 2 m (7 ft), трябва да се изчисляват стойностите на QFE и за двата прага.

Когато висотомерът е настроен по QFE, той показва 0 m, когато ВС е на ПИК и когато ВС е в издигната височина той ще показва съответната височина.

Използването на настройване по QFE е с редица ограничения. С отдалечаване от летището, на което е направена настройката, стойностите на висотомера вече не са верни, защото топографията се меня и показанията му могат да стават подвеждащи. Стойностите на QFE над различни райони по траекторията на полета също могат да се различават съществено. Ето защо, настройката на висотомера по QFE се използва само при излитане и кацане.

### 3.2. Настройка по QNH

QNH е атмосферното налягане на летището, което се получава чрез привеждане на измерената (определената) стойност на QFE за превисчението на летището, към средно морско ниво по условията на стандартната атмосфера на ИКАО.

Когато висотомерът е настроен по QNH и ВС е на ПИК, той показва надморската височина (превисчението) на ПИК, а когато ВС е във въздуха, висотомерът ще показва абсолютната височина на ВС.

Атмосферното налягане, респективно QNH, се меня по маршрута, и затова отчетените стойности като височина с отдалечаване от летището, където е извършена настройката, започват да стават неточни. Ето защо, настройката на висотомера по QNH се използва само при излитане и кацане.

### 3.3. Предимства на настройката по QNH

QNH, като налягане, приведено към средно морско ниво се меня значително по-слабо от QFE от точка в точка. За дадено летище QNH има една представителна стойност, докато QFE може да има две или повече стойности, в зависимост от броя на ПИК и височините на праговете им. Това налага при използване на QFE всеки път РП да се съобразява коя ПИК или кое направление на ПИК ще бъде използвано за кацане, за да съобщи коректната стойност на QFE на ЕВС.

### 3.4. Настройка по налягане QNE - 1013,25 hPa

Когато на скалата на висотомера се постави стойност 1013,25 hPa той ще показва полетното ниво (есшелон). Тази настройка на висотомера се извършва след пресичане на определена преходна абсолютна височина, при което вече не съществува опасност от сблъскване с наземни препятствия.

### 3.5. Обобщение

### **3.3. Обобщение**

При настройка на висотомера по QNH се измерва абсолютната височина (Altitude) на ВС - височината над MSL.

При настройка на висотомера по 1013,25 hPa се измерва полетното ниво (Flight Level) на ВС - височина над изобарна повърхност 1013,25 hPa.

При настройка на висотомера по QFE се измерва относителната височина (Height) на ВС - височина над опорна точка, обикновено превишението на ПИК, за която е измерено QFE.

## **4. Полетни нива, височини и преходен слой**

спрямо базовото ниво 1013,25 hPa. Полетно ниво 0 отговаря на изобарна повърхност 1013,25 hPa. От базовото ниво 1013,25 hPa до полетно ниво 290 са през 1000 ft (300 m) и над полетно ниво 290 са през 2000 ft (600 m). Номерата на полетните нива отговарят на височината на нивото в стотици ft.

От ИКАО е въведен нов стандарт за намалена вертикална сепарация над полетно ниво 290 до полетно ниво 410 през 1000 ft (300 m), а над полетно ниво 410 са през 2000 ft (600 m). Този стандарт за Европейските страни, включително и в Р. България се въведе от 22.01.2002 г., след подписване на регионално споразумение на страните членки на европейското бюро на ИКАО.

### **4.2. Преходна височина**

Преходна височина (Transition Altitude) е абсолютна височина, която се определя за всяко летище от органите за ОВД. На тази височина и надолу, вертикалното разположение на самолета се контролира по абсолютна височина измерена по QNH. При определянето на преходната височина се отчитат препятствията в района на летището.

### **4.3. Преходно ниво (преходен ешелон)**

Преходно ниво (преходен ешелон) (Transition Level) е най-ниското полетно ниво, разположено над преходната височина, което може да се използва за полет на ешелон. На преходното ниво и нагоре, вертикалното положение на ВС се отчита по стандартно налягане 1013,25 hPa (760 mm Hg).

### **4.4. Преходен слой**

Преходен слой е въздушният слой, който се намира между преходната височина и преходното ниво (ешелон).

Настройването на висотомера се прави с цел да се осигури еднозначно вертикално сепарирание и отчитане на запаса от височина по време на всички фази на полета. Преходният слой се използва, за да се разделят самолетите, летящи по височина (базирана на QNH или QFE), от тези, летящи на полетни нива (базирани на QNE - 1013,25 hPa).

## **5. Изчисляване на преходно ниво**

При определяне на преходното ниво основното изискване е да се поддържа минимална вертикална сепарация от 1000 ft (300 m) между ВС летящи на преходната височина и тези на или над преходното полетно ниво.

---

4.4. Изчисляване на преходното ниво по QNH

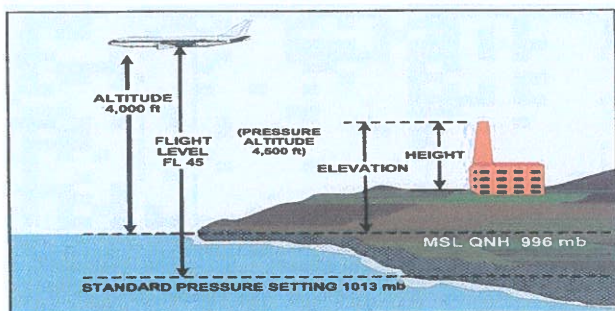


Figure 6.8 Altimetry Terminology.

Фиг.24 Терминология при висотометрията:

Altitude – височина над морското равнище; flight level – полетно ниво; pressure altitude – височина по налягане; elevation - превисание; height- кота - височина;

Линиите които съединяват точки с еднакво налягане се наричат **избари**, а линиите които съединяват точки с еднаква геопотенциална височина (височина над повърхността на земята) - се наричат: **изохипси**;

### 2.3.Влияние на метеорологичните елементи върху полета:

Освен влиянието на температурата и налягането върху височината на полета, те влияят и на излетния път и разбега при изтъркаване.

Дължината на разбега при излитане и далечината на изтъркаване при кацане са тези случаи, при които се регистрира силното влияние на атмосферната температура, плътността и налягането върху процеса на излитане и кацане. За да опишем това влияние ще изходим от теорията за подемната сила в момента на отлепяне на самолета от земната повърхност.

На фиг.25 се виждат разложени силите, които действат на самолета при излитане: това са подемната сила която уравновесява теглото, челното съпротивление и съпротивителната сила при обтичане на корпуса, които се уравновесяват от теглителната сила на перката или търбините на двигателите. Фиг.25

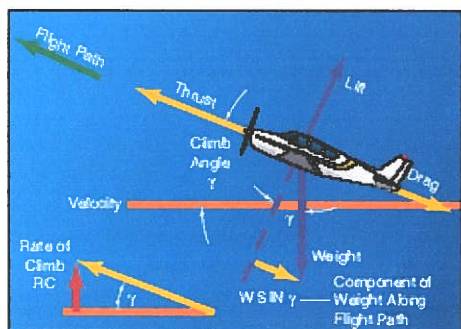


Figure 9-7. Weight has rearward component.

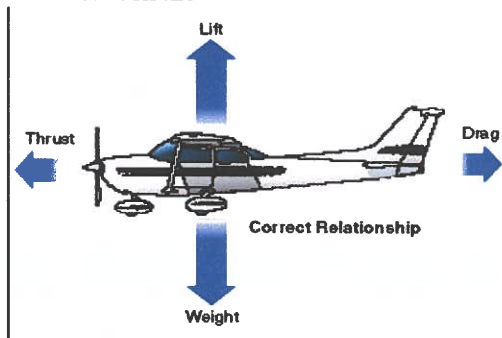


Figure 3-1. Relationship of forces acting on an airplane.

фиг.26

На фиг.26 е илюстрирано правилното съотношение между подемната сила и теглото и теглителната сила и съпротивлението.

На следващите фигури фиг.27 и фиг.28 е показано, как се променя подемната сила при различните фази на излитане и как се променя скоростта и наклона на атака при излитане. Нека напишем формулата:

$$V_{изл.} = 2GRT/C_y изл.pS$$

От формулата се вижда, че повишението на температурата води до необходимост от повишение на излетната скорост и в резултат – увеличение на излетното разстояние. Фиг.27 и фиг.28

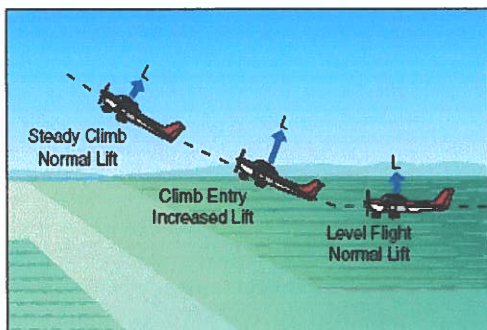


Figure 3-22. Changes in lift during climb entry.

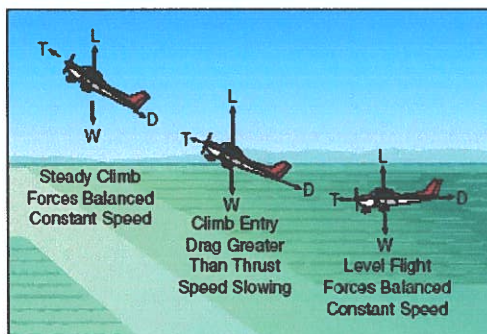


Figure 3-23. Changes in speed during climb entry.

Тези изчисления и заключенията, до които се достига показват, че повишението на температурата води до падане на тягата на двигателя, което води до намаление на ускорението. Намаляването на ускорението при разбега, за сметка на намалението на тягата, влияе два пъти по-силно на дължината на разбега от увеличението на скоростта. При всеки  $10^\circ$  повишение на температурата, дължината на разбега се увеличава с 13%, докато понижението на температурата с  $10^\circ\text{C}$  съкращава дължината на разбега с 10%. В резултат на тези разсъждения и изчисления на параметрите, товара на среден самолет при увеличение на температурата с  $10^\circ$  следва да се намали с 2 тона. Фиг.29 дължина на разбега.

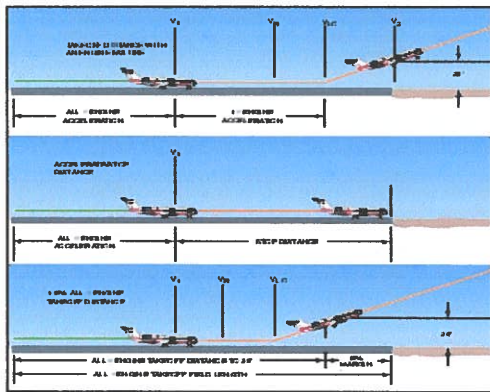


Figure 3-42. Minimum required field length.

При кацане  $L_f = L_{sa} \cdot (0,95 + 0,0031T)$  – където  $L_f$  и  $L_{sa}$  са дължината на пробегата при фактическата и температурата по СА. От Тази формула следва, че при увеличение на  $T_f = 10^\circ\text{C} + T_{sa}$  дължината на пробегата се увеличава с 3,5%. Особено неблагоприятно е повишението на температурата при излитане и кацане лете, когато възниква силен прегрев в близост до земята, който води до свръхadiaбатни градиенти и от там до рязко намаление на подъемната сила и неустойчива работа на силовата установка. Като допълнително смущение в тези случаи се наблюдават миражни явления, които изместват видимото разстояние до повърхността на ПИК. Фиг.30 насочване за кацане и фиг31 изтъркаване при кацане.

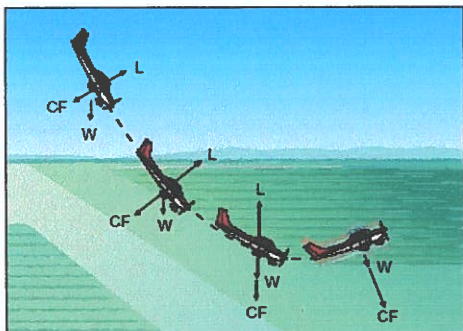


Figure 3-24. Forces exerted when pulling out of a dive.

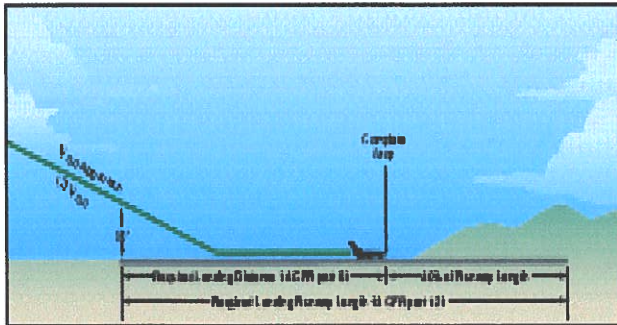


Figure 3-25. Landing runway requirements.

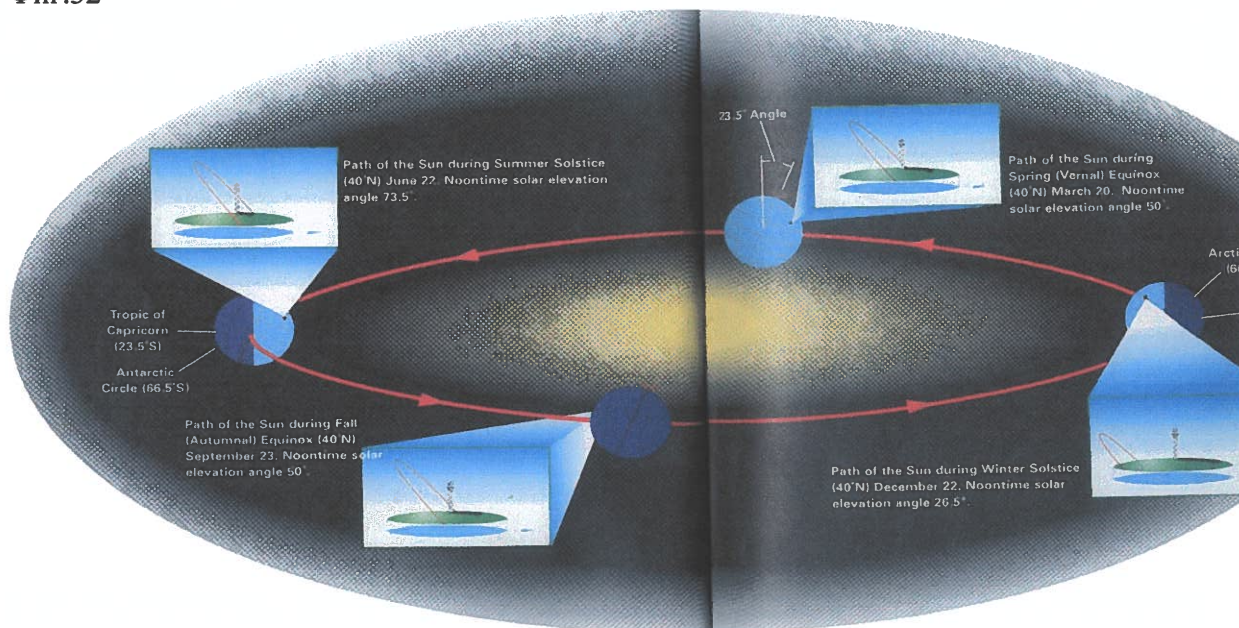
### 3.АТМОСФЕРНИ ЦИРКУЛАЦИИ

3.1. като резултат от неравномерното разпределение на СЛЪНЧЕВАТА РАДИАЦИЯ върху земята се образуват различен тип циркулации:

3.2.Слънцето е основен източник на енергия за всички процеси в атмосферата на Земята.

3.2.1.Слънцето е звезда и представлява газова сфера с радиус от около 700 000km. Основните газове съставлящи Слънцето са - ВОДОРОД - 64% ХЕЛИЙ - 32%, а 4% от масата му съставляват всички останали елементи.

Фиг.32

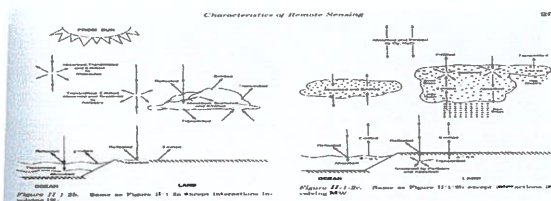


3.2.2.Слънчевите лъчи достигат земната повърхност под различен наклон, поради наклона на земната ос спрямо еклиптиката – равнината в която се движи Слънцето.

3.2.3.Слънчевата / електромагнитна/ радиация достига земната атмосфера и при преминаването през нея, част от енергията се разсейва.

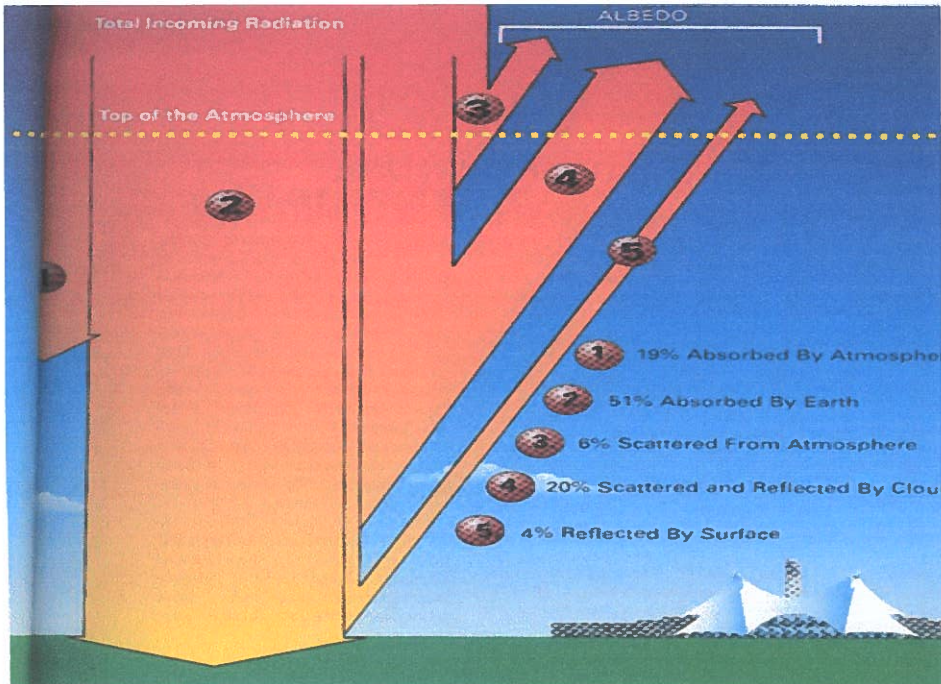
3.2.4.Плътността на потока слънчева радиация който достига горния край на атмосферата перпендикулярно на единица площ се нарича СЛЪНЧЕВА КОНСТАНТА

При преминаване през атмосферата потока от слънчева радиация претърпява промени – той се отразява и пречупва в атмосферата:



Фиг.33

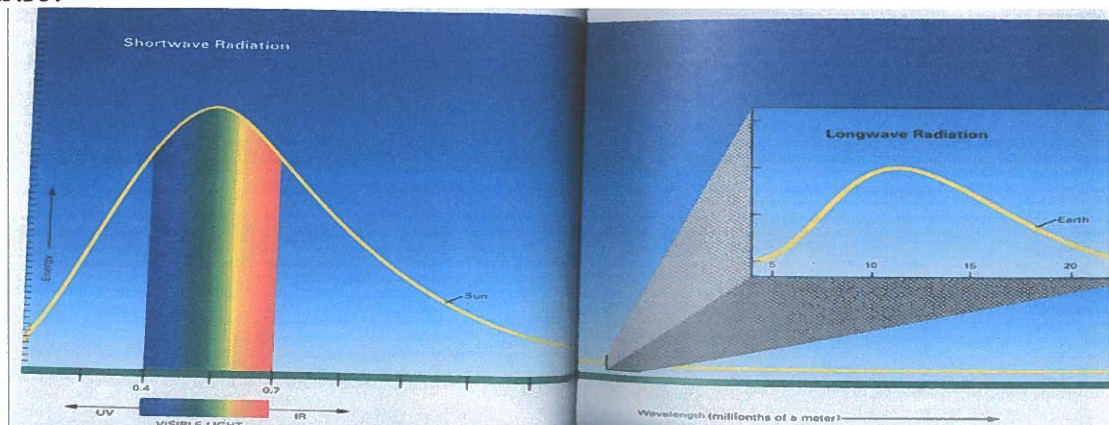
Фиг.34 Слънчева константа



3.2.5. Слънцето е основния източник на енергия за всички природни процеси които се извършват в атмосферата и на повърхността на Земята.

3.2.6 Спектъра на слънчената радиация се дели на 5 части - рентгенова ултравиолетова, ВИДИМА, инфрачервена и радиоизлъчването на Слънцето.

Фиг.35.



- Слънчевите лъчи достигат земната повърхност под различен наклон, поради наклона на земната ос спрямо еклиптиката – равнината в която се движи Слънцето. Под влияние на слънчевата радиация, която достига земята под различен ъгъл, земната повърхност се

нагрива неравномерно- най-силно на екватора. Допълнително неравномерно температурно разпределение се наблюдава и поради различната подложна повърхност – вода и суша. Въпреки, че атмосферата, като газова смес, не е проводник на топлина, тя се загрева косвено от повърхността на земята с различни механизми като топлообмен, конвекция и други. Фиг.36 и фиг.37

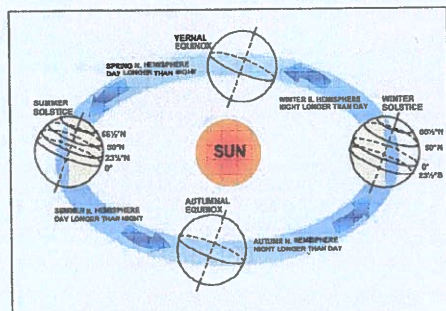


Figure 23.4. The Orbital Motion of the Earth around the Sun.

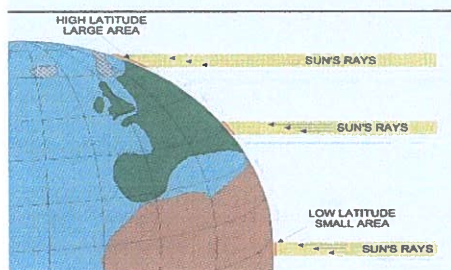


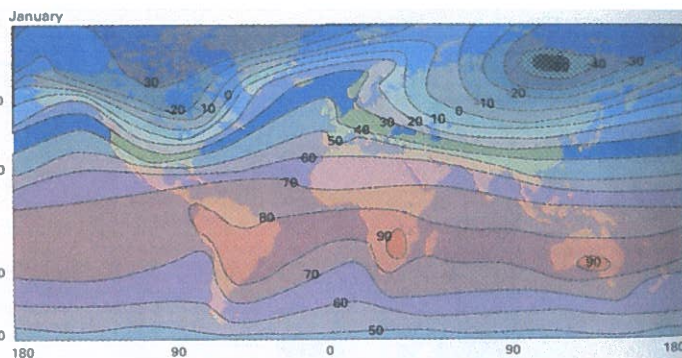
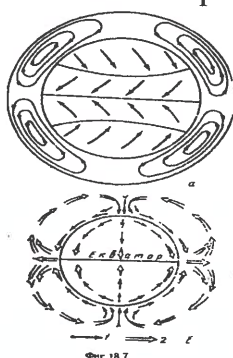
Figure 7.13. The Effect of Latitude.

На фиг 36 е показан наклона на оста спрямо еклиптиката, а на фиг. 37 неравномерното нагряване на повърхността поради отдалеченост от екватора – широтни нееднородности.

3.3. Неравномерното нагряване на повърхността води до различни движения – хоризонтални те се наричат «вятър» и вертикални възходящи и низходящи движения - циркулационни процеси в атмосферата. Формират се така-наричаните ЦИРКУЛАЦИОННИ КЛЕТКИ. Фиг.38

Преноса на въздух във вертикална посока води до преразпределение на налягането при земята. Този процес има и сезонна зависимост. Топлия въздух от екваториалните области се издига и така на екватора налягането пада. Там където въздуха се спуска - на полюса - се създава област от по-високо налягане. Така най-общо взето - зоните с високо налягане се локализират около полюсите, а зоните с ниско налягане - около екватора.

Формира се приземна циркулация от полюса към екватора, а във височина от екватора към полюса. Всяка една от тези циркулационни системи се нарича циркулационна клетка или само КЛЕТКА фиг.38



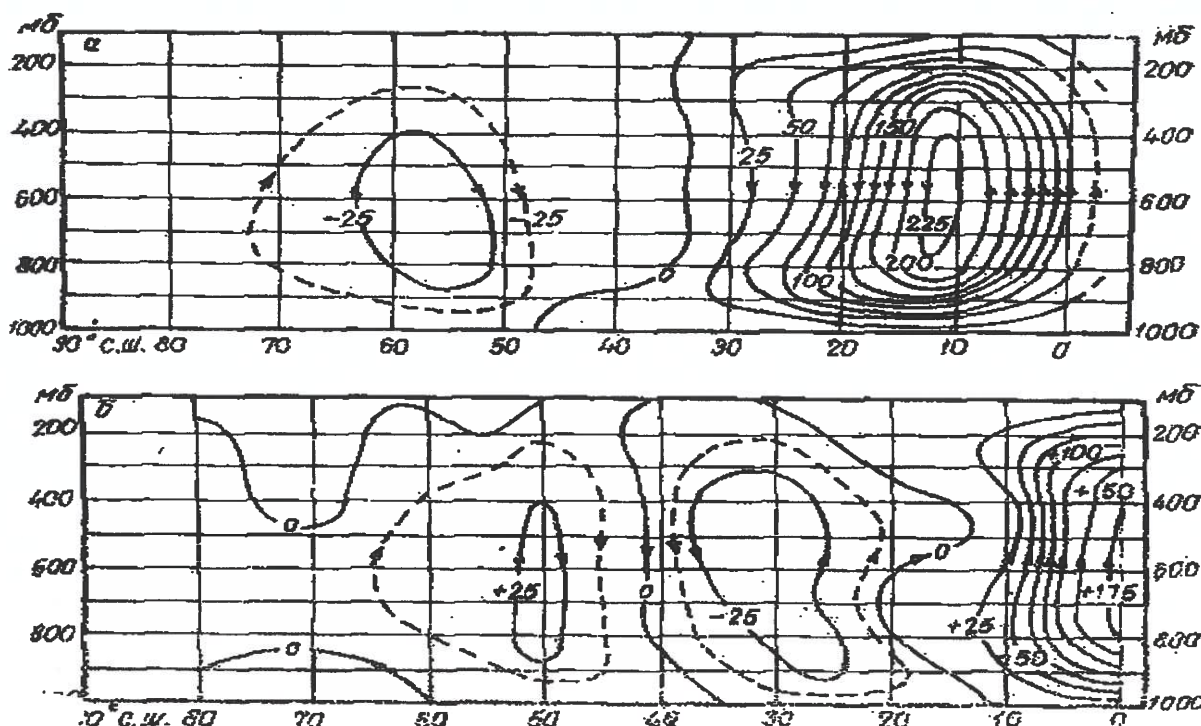
фиг.39

На фиг 39 са показани зоните с по-висока и по-ниска температура -юли.

Преноса на въздух във вертикална посока води до преразпределение на налягането при земята. Този процес има и сезонна зависимост. Топлия въздух от екваториалните области се издига и на екватора налягането пада. Там където въздуха се спуска към повърхността - на полюсите - се създава област от по-високо налягане.

Едновременно с този ефект, влияе и ефекта на неравномерното загряване поради наклона на земната орбита спрямо еклиптиката

Така най-общо взето - зоните с високо налягане се локализируют около полюсите, а зоните с ниско налягане - около екватора. Фиг. 40



Фиг. 18.15. Сумарна средна меридионална циркулация в северното полукълбо през: а) зимата; б) лятото. Всеки канал между токовите линии пренася  $25 \cdot 10^6$  т/с маса въздух в посока, показана със стрелки

На фиг 41 са показани зоните (януари и юли) където се формира екваториалната зона от ниско налягане.

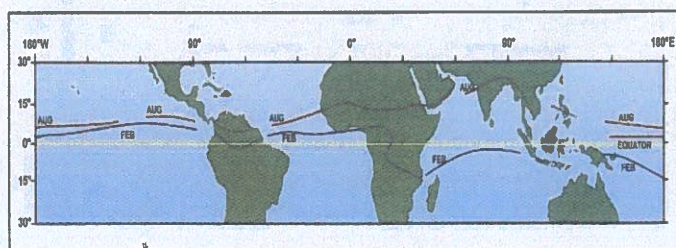


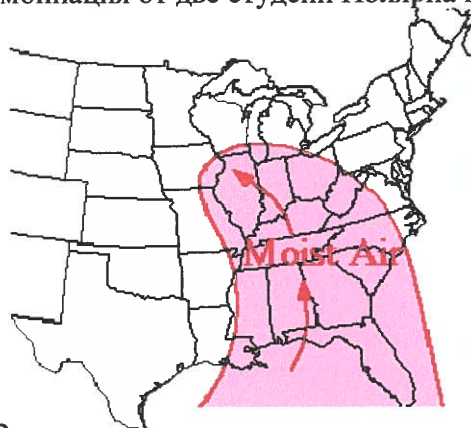
Figure 23.22 The Approximate Position of the Equatorial Trough

#### 4. ВЪЗДУШНИ МАСИ

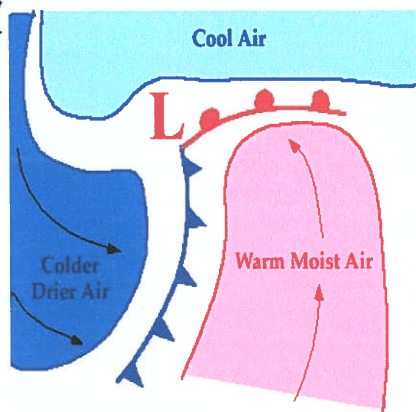
Заедно с формирането на зони с високо и ниско налягане на точно определени места над повърхността на земята се формират и области с еднакви физични характеристики на въздуха температура, влажност, устойчивост и неустойчивост- специфични Въздушни Маси.

4.1 Определение: Въздушна маса - това е обширен обем от въздух – с размерите на океан или континент, който е приел характерните параметри – температура и влага от района където се формира.

4.2.Произход на въздушните маси: Обшири антициклонални области, където въздухът престоява продължително време: Фиг.42 тропична топла ВМ и фиг. 43. комбинация от две студени Полярна и Арктична и топла Тропична;



Фиг42



фиг43

4.3. Класификация: Въздушните маси се класифицират според района на формиране са:

Арктична; Полярна; На умерените ширини; Тропична и Екваториална;

Според постилащата повърхност – морска или континентална;

Според вертикалния температурен градиент и наличието на водна пара– устойчива и неустойчива;

## 5.ФРОНТАЛНИ ЗОНИ

5.1 Формиране: на границата между две въздушни маси с различни температури се формира преходна зона. Такива преходни зони, където температурните градиенти са много големи, между топъл и студен въздух се наричат **ФРОНТАЛНИ ЗОНИ - ФЗ**. В зависимост от размерите на ВМ които разделя, една ФЗ може да достигне до тропопаузата. 5.2.Наименованията им са свързани със съответните въздушни маси. Известни са Полярната ФЗ, Фронта на умерените ширини и Тропичният фронт. На фиг.44 е даден пример за ФЗ взаимното разположение на топла и две студени въздушни маси, едната от които е по-стара, а другата е нова и активно нахлува на съответната територия. На фиг45. е показан пример на вертикален разрез на фронтална система, като вертикалните разрези са показани в долната част на схемата. Същевременно е показан и разрез на оклюзионен фронт, където топлия въздух е издигнат над областта заета от студения въздух. Фиг.44 и фиг.45

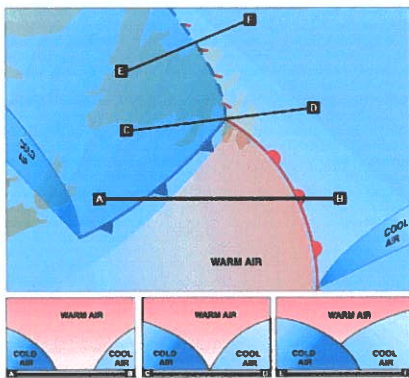
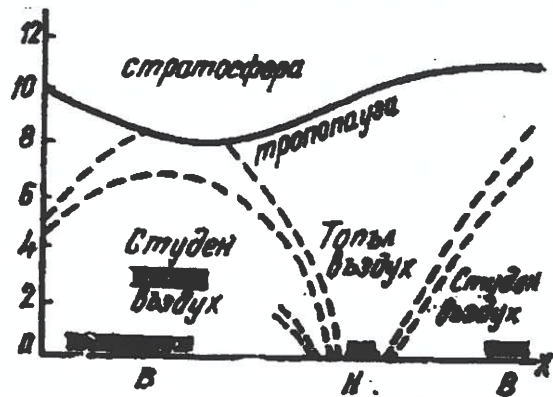


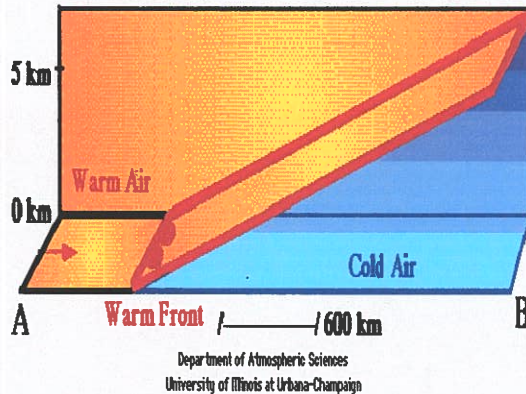
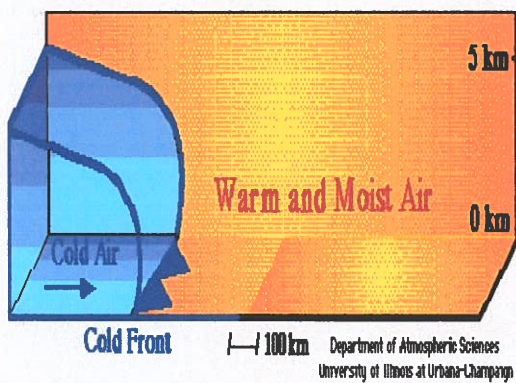
Fig. 2-27 - Frontal cross-sections



## АТМОСФЕРНИ ФРОНТОВЕ

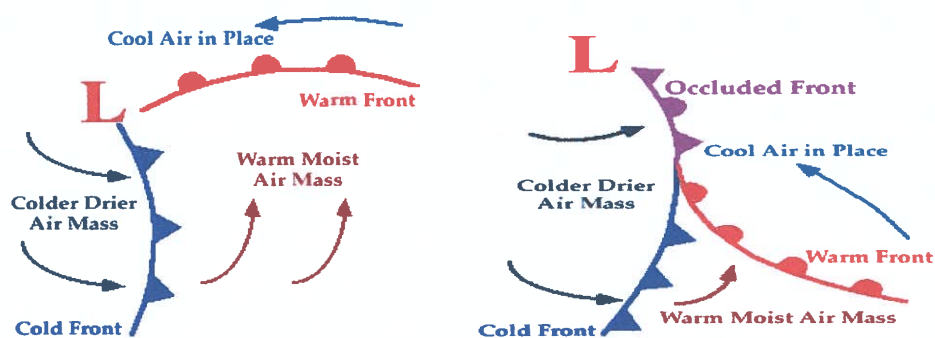
Под влияние на въртенето на земята се върти и атмосферата. От там въздушните маси се въртят, но с различна скорост, в зависимост от плътността, температурата на въздуха, географското им положение и влиянието на подложната повърхност. Фронталните зони също се движат. С тези зони се свързват всички промени във времето.

Фронталните системи са различни по вид в зависимост от вида на въздуха, който се движи и се настанява над нова област. Те се раделят на: Топли фронтове се наричат тези случаи, когато топъл въздух пълзи и надтича над студена повърхност.



Когато студеният въздух се настанява над топла повърхност и температурата започва да се понижава, това е студен фронт. Пример за студен фронт:

Студеният въздух се движи по-бързо от топлия и това води до момент, когато новата студена въздушна маса застига по-старата, а топлия въздух като по-лек се издига над повърхността на земята. Така се формират оклюзионните фронтове. Те са два вида – оклюзия като топъл и оклюзия като студен фронт, в зависимост от температурата на новата и старата въздушна маса.



Фронталните системи са много важни барични образувания и тяхното развитие и движение се следи внимателно от метеоролозите, тъй като в резултат на тяхното преместване се променя времето и това влияе не само на въздухо плаването, но и върху зялостната дейност на човека. Тъй като фронталните системи възникват и се формират в циклоните, разполагат се по долините от ниско налягане и обикалят антициклоните и гребените от високо налягане, по-долу ще дам примери на възникване и еволюция на фронтална система, свързано с развитието и еволюцията на млад циклон. Фиг. Стадий на вълна

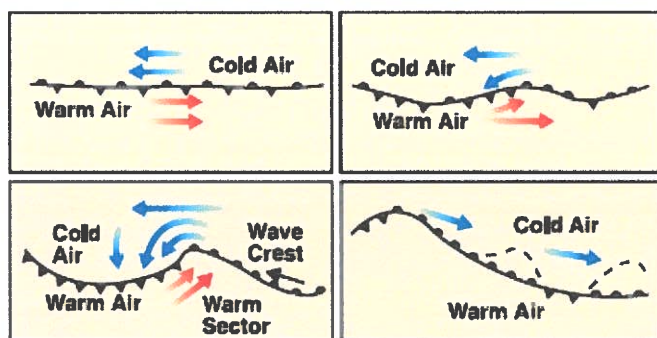


Fig 2-25 - Stable wave

Еволюция на млад и оклюдиран циклон:

1. При млад циклон съвсем малки промени в налягането по линията на фронта, може да създаде локлна промяна в полето на вятъра и да активира циклогенез. Топлия въздух започва движение нагоре, а студения се насочва надолу и се формират топла и студена зона по фронта, както и топъл и студен сектор – такава структура се нарича ВЪЛНА, стадия на фронта е „стадий на вълна” фиг.Стадий на вълна.
2. Има два случая на формиране на вълнова структура. При устойчива въздушна маса и при неустойчива.
  - a. При устойчива въздушна маса, вълновата структура се премества по фронталната линия, без да си променя състоянието „стадий на вълна”, движи се по фронталната линия със скорост – 12м/с - 30м/с. Като локално се създават зони с плътна облачност и проливни валежи. Като се има предвид скоростта на разпространение на смущението, то лошото време трае кратко и вълната се премества по-нататък.
  - b. При неустойчива въздушна маса, развитието на вълновата форма продължава, подпомогнато от допълнителната енергия генерирана от висотинната долина или област от ниско налягане. Около вълновата форма се създава област от ниски налягане и се затварят няколко

изобари около център от ниско налягане – формира се начална фаза на „млад циклон“. Вятъра зад студения фронт се усилва и избутва студения въздух по-бързо от топлия, при което старата студена зона е настигната от новата студена част, а вятъра се завихря около фронталната зона.

3. На долната фигура е илюстрирана фазата на оклюдиращ циклон. Колкото по-високо се издига топлия въздух над приземната зона на фронта, толкова по-малка по размери става тази зона при земята.

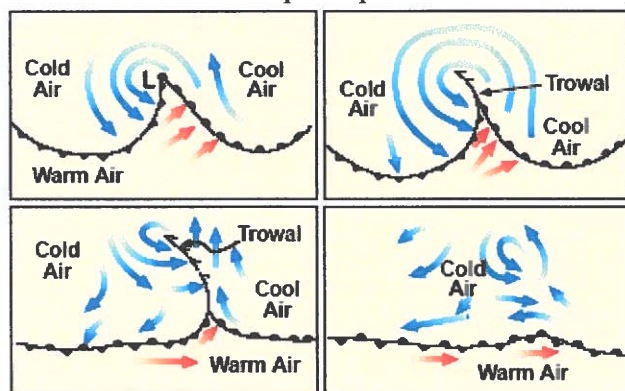


Fig. 2-26 - Formation of an occluding wave

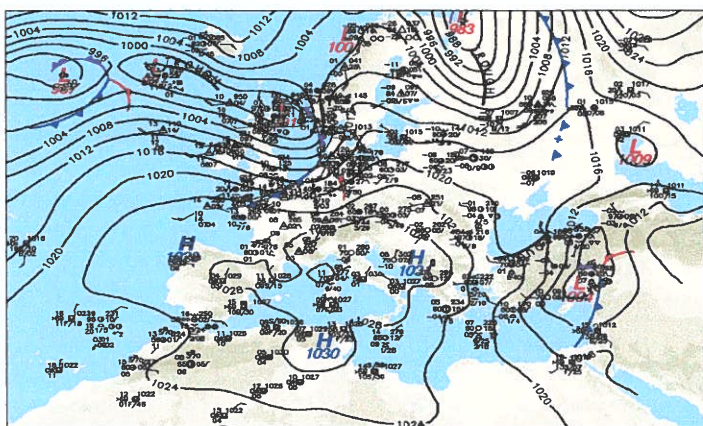
Времето свързано с фронталните системи и циклоните е разнообразно, катосе отчете многообразието на облаци, вятър, видимост и различни метеорологични явления. Това изисква задълбочено изучаване и следене на промените, както и оценка на очакваното развитие, движение и еволюция на фронталните формации.

Методите за оценка на промените във времето се основават върху определяне на очакваното налягане. Разпределението на налягането над земната повърхост е различно. За да се оцени какво е налягането над дадена точка, във фиксиран момент, се чертаят така наречените карти на баричната топография.

## 6. СИНОПТИЧНИ КАРТИ

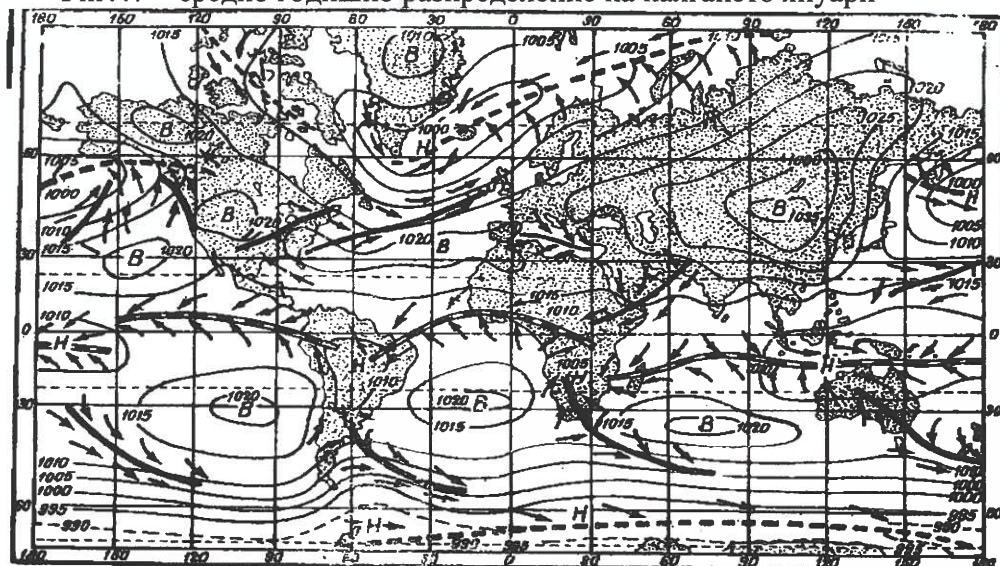
6.1 Общи положения: Под влияние на въртенето на земята се върти и атмосферта. От там въздушните маси се въртят, но с различна скорост, в зависимост от плътността, температурата на въздуха, географското им положение и влиянието на подложната повърхност.

6.2 Карти на баричната топография. С фронталните зони се свързават всички промени във времето. Методите за оценка на промените във времето се основават върху определяне на очакваното налягане. Разпределението на налягането над земната повърхост е различно. За да се оцени какво е налягането над дадена точка, във фиксиран момент, се чертаят така наречените карти на баричната топография. Това са географски картни подожки, с нанесени мрежа от синоптични станции, където са записани измерените различни атмосферни параметри на съответната станция, като основен параметър е НАЛЯГАНЕТО.



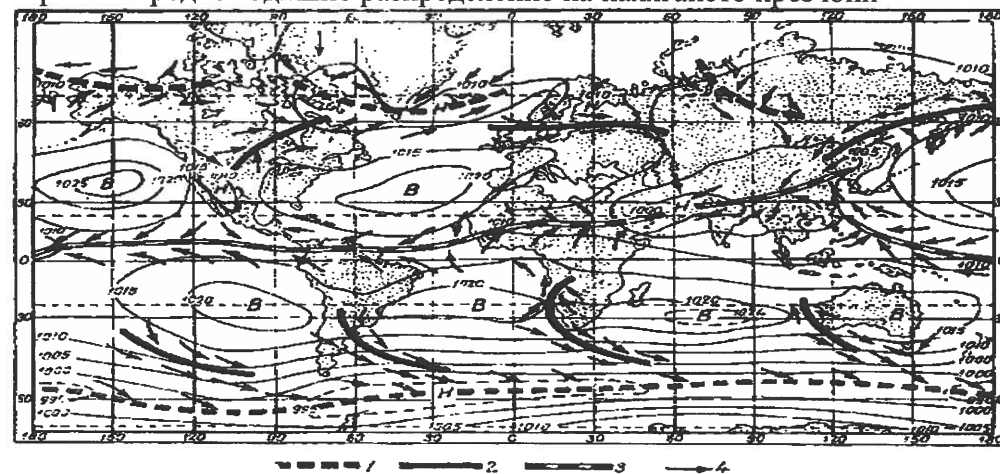
Фиг. 46 – Приземна карта на баричната топография – синоптична карта

Фиг. 47 – средно годишно разпределение на налгането януари



Фиг. 17.5. Средни изобари през януари и главни фронтове през зимата. Фронтове: — арктичен (антарктичен), 2 — полярен (на умерените ширини), 3 — тропичен, 4 — преобладаваща посока на ветровете в зоната на топлината скачност

и фиг. 48 Средно годишно разпределение на налягането през юни



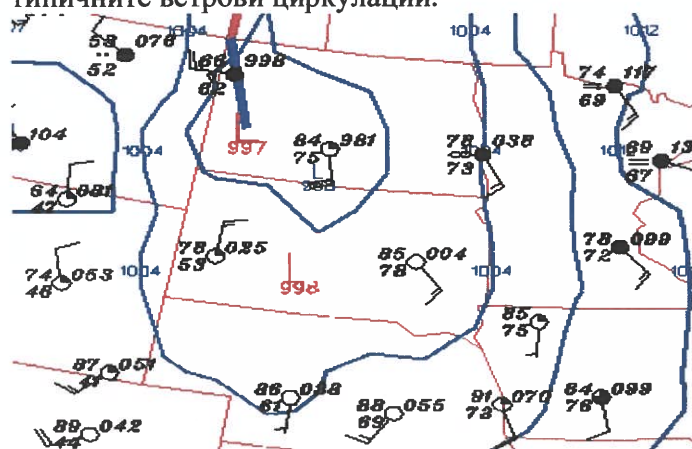
На тези карти е показано средногодишното разпределение на налягането за януари и юли над повърхността на земята и се виждат характерните за дадени райони области от високо и ниско налягане, които генерират специфичните ветрови циркулации наречени пасати и мусони.

### 6.3. Видове карти на баричната топография;

Тези карти се различават по географско разположение – Европа, Балкански п-в; По височина – приземни и висотинни, По срок на нанесените данни – основни в 00, 06, 12 и 18 ч. UTC и междинни – на всеки 3 часа.

В зависимост от вида (анализ или прогноза) има приземен или висотинен анализ или прогноза;

7. БАРИЧНИ ОБРАЗОВАНИЯ На фиг. 49 е показана работна карта на баричната топография за Северна Америка с формирания център на ниско налягане заедно с типичните ветрови циркулации.



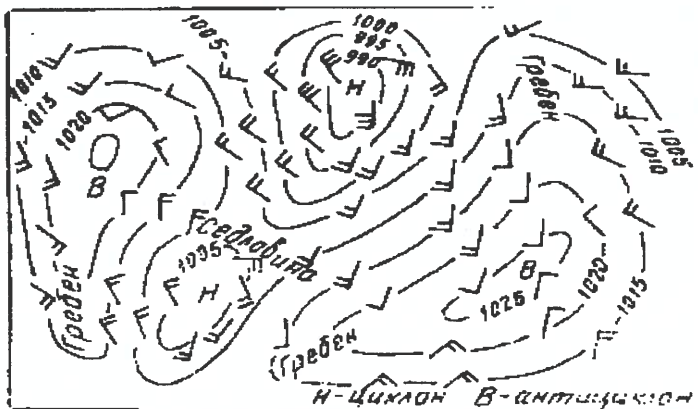
### 7.1. Основни барични образувания - ЦИКЛОНИ И АНТИЦИКЛОНИ

Когато на една карта на баричната топография се различи ясно очертана област, в центъра на която има **НИСКО НАЛЯГАНЕ** и са очертани поне 2 (две) затворени криви свързващи точки с еднакво налягане тази област се нарича **ЦИКЛОН**.

Ако в центъра на една област, очертана с поне две изобари, налягането е високо – това е **АНТИЦИКЛОН**.

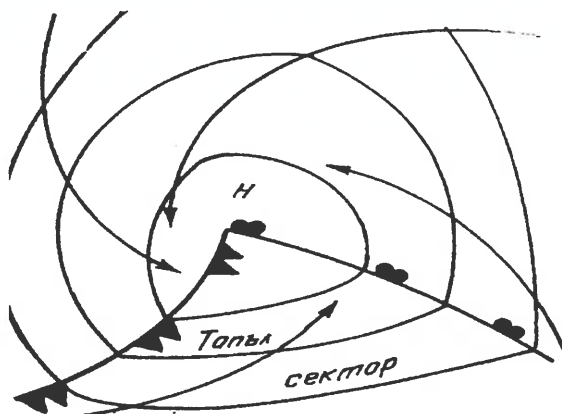
Линиите свързващи точки с еднакво налягане, се наричат изобари.

Вторични барични образувания - Между циклоните и антициклоните има различни преходни области, където изобарите не са затворени - едни с високо, а други с ниско налягане. **Долини** се наричат изтеглени зони от ниско налягане, свързани с Циклоните. **Гребени** от високо налягане са области, където налягането е по-високо от околното и са част от обширни антициклони – издадени в страни. **Седловина** се нарича преходна зона между два циклона и два антициклона фиг.50:

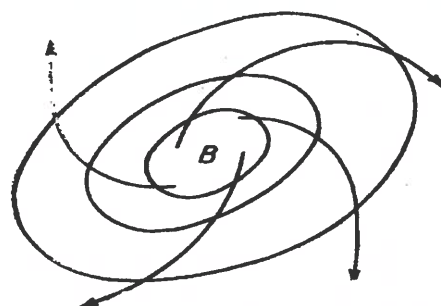


## 7.2. ДВИЖЕНИЕ НА ВЪЗДУХА В ЦИКЛОН И АНТИЦИКЛОН.

Циклоните и антициклоните са атмосферни вихри, със значителни размери, в които въздухът се движи. В антициклоните движението е от центъра навън-към периферията и по часовниковата стрелка, а в циклоните навътре и обратно на часовата стрелка в северното полукълбо



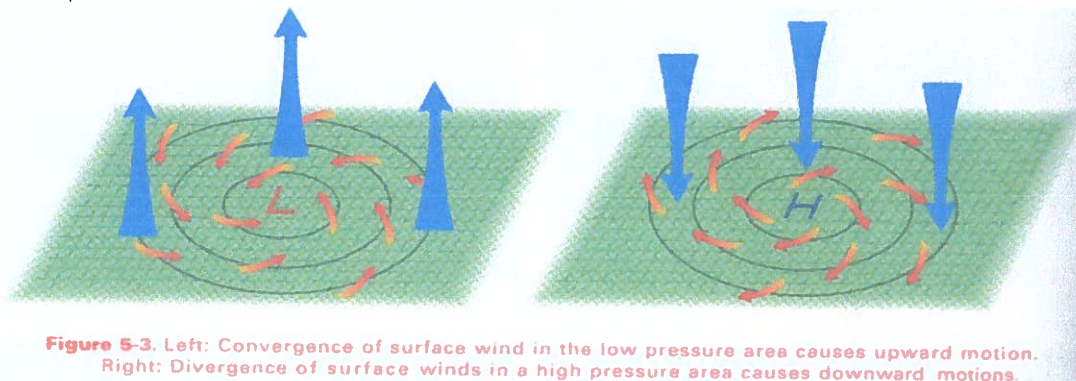
Фиг.51 циклон



фиг 52 антициклон

На горните фигури фиг. 51 и фиг.52 е показана посоката на въртене на тези въздушни вихри, каквито са циклоните и антициклоните.

7.3. Низходящи и възходящи движения: Това специфично движение «към» и «от» центъра води до възходящи и низходящи компенсаторни движения над циклона и антициклона:



Фиг 53 показва компенсаторните движения над циклон и антициклон

В центъра на циклона налягането е най-ниско. В следствие на това, въздуха от околността се стича към него. В определен момент там вече се е събрало голямо количество въздух, който започва да се издига нагоре. Така над циклона се наблюдават възходящи движения – приземния въздух се издига. На долните фигури фиг. 54 вертикален разрез на циклон и антициклон и на фиг 56 –

7.4. Фиг 55. Сходящи (конвергентни) потоци към центъра на циклон:

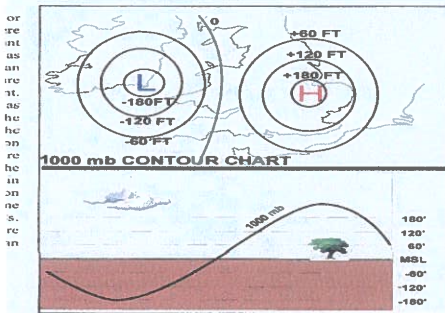


Figure 12.1.

фиг.54

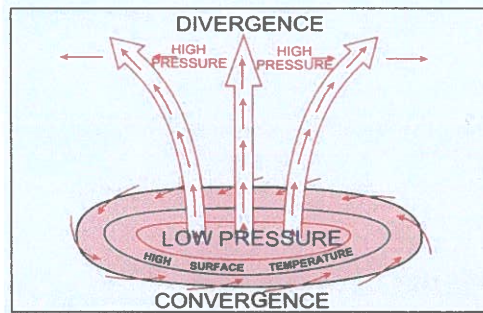
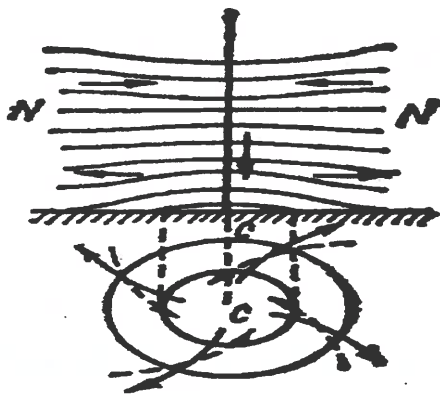


Figure 22.5. Thermal Depression Theory

фиг.55

Обратно - в центъра на антициклона налягането е най-високо и затова въздухът започва да се разтича към периферията. Това е процес на разходимост – дивергенция. Компенсаторно от горните слоеве започват нисходящи движения, с които се добавя въздух в центъра на антициклона. Така се запазва високо налягането в центъра.

7.5. Влияние на посоката на движение на въздуха върху времето: възходящите движения благоприятстват образуването на облаци, докато нисходящите размиват облачността.



фиг.56

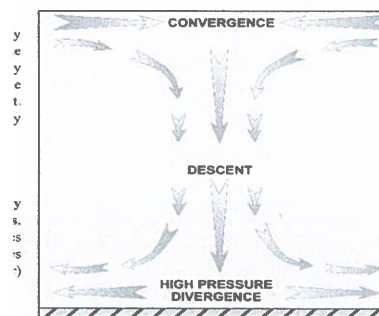
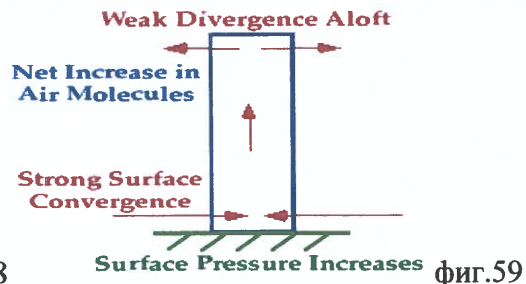
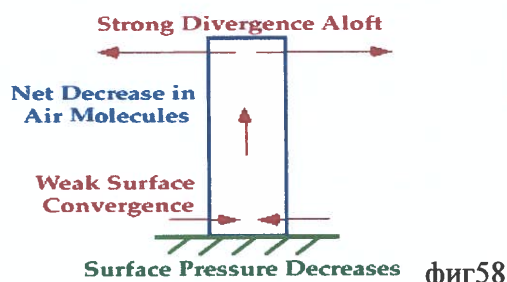


Figure 5.4. Vertical Cross Section.

фиг.57

Обратно – в центъра на циклона налягането е най-ниско и движението на въздуха е към центъра, но това предизвиква компенсаторни възходящи движения над циклона. Заедно с понижаване на налягането при земята определено количество въздух се издига и на определена височина започва разтичане – дивергенция на въздуха. На фиг.58 и фиг.59 случай на конвергенция при земята и дивергенция – разходимост на въздуха във височина.

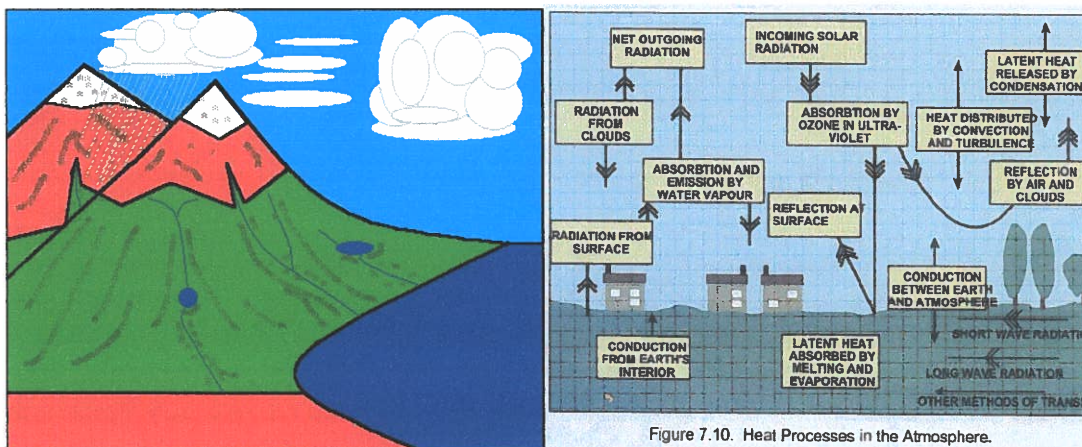


Процеса на повишение или понижение на налягането при земята е свързан с компенсаторни процеси на конвергенция или дивергенция във височина. Тези движения във високата тропосфера участват в по-машабни ветрови циркулации като струйните течения. В метеорологията тези процеси и връзката между ниската и високата тропосфера се изследват в детайли. Резултатите се използват при прогнозиране развитието на времето. Процесите във високата Тропосфера определят развитието на времето при земята.

Облачността в атмосферата се свързва главно с циклоните. С центровете на ниско налягане са свързани топлите, студени и оклюзионни атмосферни фронтове. В следващата глава ще разгледаме как се формират атмосферните фронтове.

## 8. АГРЕГАТНО СЪСТОЯНИЕ НА ВОДАТА; ЛАТЕНТНА ТОПЛИНА

8.1. Водата се среща в природата в 3 агрегатни състояния. От горните примери става ясно, че една от най-важните променливи съставлящи на атмосферата е влагата (водната пара). Водната пара е газообразното състояние на водата в атмосферата. Тя постъпва там при различни процеси, най-важен от които е изпарението. Изпарение има не само от водните басейни, но и от растенията, от самите облаци или от земната повърхност.



8.2. Кръговрат на водата. На фиг. 60 е показан кръговрата на водата, а на фиг.61 кръговрата на слънчевата енергия, която създава топлинната циркулация на земята.

8.3. Видове топлообмен в атмосферата:

1. На първо място това е постъпващата от Слънцето радиация - слънчевите лъчи, които пряко нагряват земната повърхност.
2. Абсорбция и емитиране на топлина от водата и водната пара (облаци, мъгли, водни басейни)
3. Нетно преразпределение на енергия при процесите на конвекция и турбуленция;

4. Двустранен топлообмен между земята и атмосферата;
  5. Топлообмен между земния интериор – сградите и прилежащия въздух;
  6. Отделяне на латентна топлина при промяна в агрегатното състояние на водата.
- 8.3. Латентна топлина (приход или разход) при фазовите преходи: Описание на процеса: Загрятия до по-висока температура въздух, започва да се издига. Когато се издигне, налягането пада и тъй като процеса е адиабатен, температурата на въздуха се понижава и достига точката на оросяване, влагата кондензира и се отделя латентна топлина.



За да се образува облак влагата трябва да премине от газообразно състояние в течно т.е. да се образуват водни капки – фиг.62.

2.Водата преминава през три агрегатни състояния: твърдо -ЛЕД, течно - ВОДА и газообразно - ВОДНА ПАРА. Процесите при които водата променя агрегатното си състояние са: ИЗПАРЕНИЕ фиг.64 - за да започне изпарение от дадена повърхност е необходимо да се достигне наситено състояние на водната пара. Казваме че имаме наситено състояние на водната пара, когато броя водни молекули, които се откъсват от повърхността е равен на броя молекули които рекомбинират обратно в течността. За всяка температура има точно определено количество водна пара, което може да се задържи в атмосферата в газообразно състояние. Температурата при която влагата кондензира се нарича точка на оросяване.

КОНДЕНЗАЦИЯ - настъпва при достигане  $T$  на точка на оросяване, но задължително трябва да има наличие на кондензационни ядра за да настъпи кондензацията.

- ЗАМРЪЗВАНЕ – преход от течна в твърда фаза;
- ТОПЕНЕ - преход от твърда в течна фаза;
- СУБЛИМАЦИЯ - директен преход между твърдо и газообразно състояние;

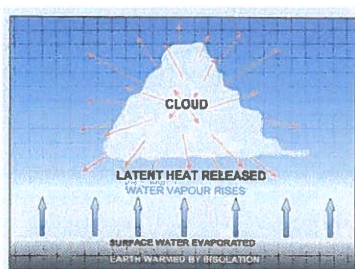


Figure 7.9. Latent Heat being released through Condensation.

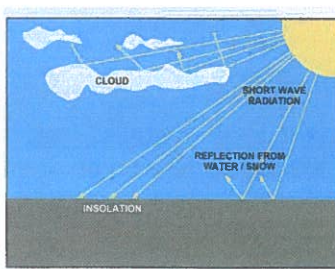


Figure 7.5. Solar Radiation.

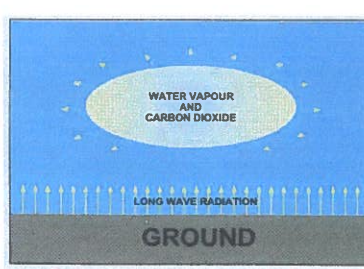


Figure 7.6. Terrestrial Radiation.

Фиг.63 латентна топлина фиг.64 –изпарение; фиг.65 излъчване на топлина

2.Латентна топлина - това е енергията която се отделя при абсорбиране или отделяне на топлина при промяна на агрегатното състояние на водата. Латентната топлина е различна при различните преходи в зависимост от агрегатното състояние.

## 9.АДИАБАТНИ ПРОЦЕСИ. ОБРАЗУВАНЕ НА ОБЛАЦИ

9.1.Определение: При конвергенция (сходимост) фиг.66 на потока към центъра на циклона, се създават възходящи движения, при което топлина и влага се издига

нагоре като параметри на въздуха. При издигането си, въздуха се охлажда адиабатно и наличната водна пара кондензира под формата на облаци.

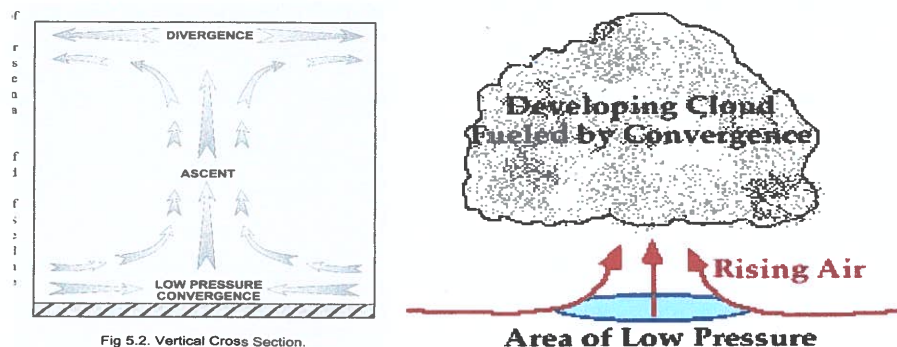
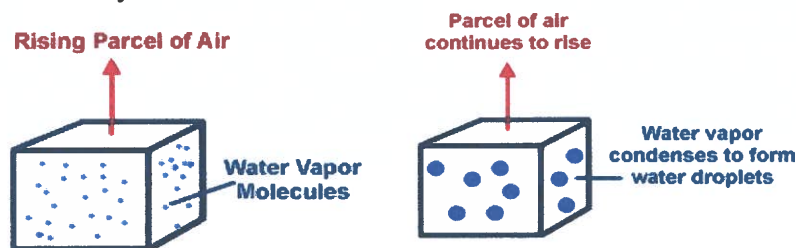


Fig 5.2. Vertical Cross Section.

Фиг.66 възходящ поток фиг.67 кондензация на влажен въздух

АДИАБАТЕН се нарича процес, при който промяната на температурата става без топлообмен с околната атмосфера, само за сметка на вътрешната енергия на системата, по законите за идеалния газ. Фиг. 68. Кондензация на водната пара в даден обем въздух.



фиг.68

Казано с други думи: когато един обем въздух се издига, с увеличаване на височината пада налягането и съгласно закона за идеалния газ –  $p=R \cdot \rho \cdot T$ , където  $p$  – налягането на системата,  $\rho$  – плътността,  $T$  – температурата и  $R$  – газивата константа; Зависимостта е право пропорционална – следователно температурата на обема се понижава. Когато се понижи достатъчно, се достига точката на оросяване и започва процес на кондензация. Като продукт на кондензацията се формира облак.

## 10. ОБЛАЦИ

10.1 По определение ОБЛАК представлява област от въздуха, където във видимо състояние са концентрирани огромно количество микроскопични водни капки и/или ледени кристали с размери от 0,02 микрона. По микрофизичните си характеристики облака и мъглата не се различават, освен по полжението спрямо земната повърхност.

10.2. Механизми за образуване на облаците:

10.2.1. на границата на две въздушни маси - топла и студена.

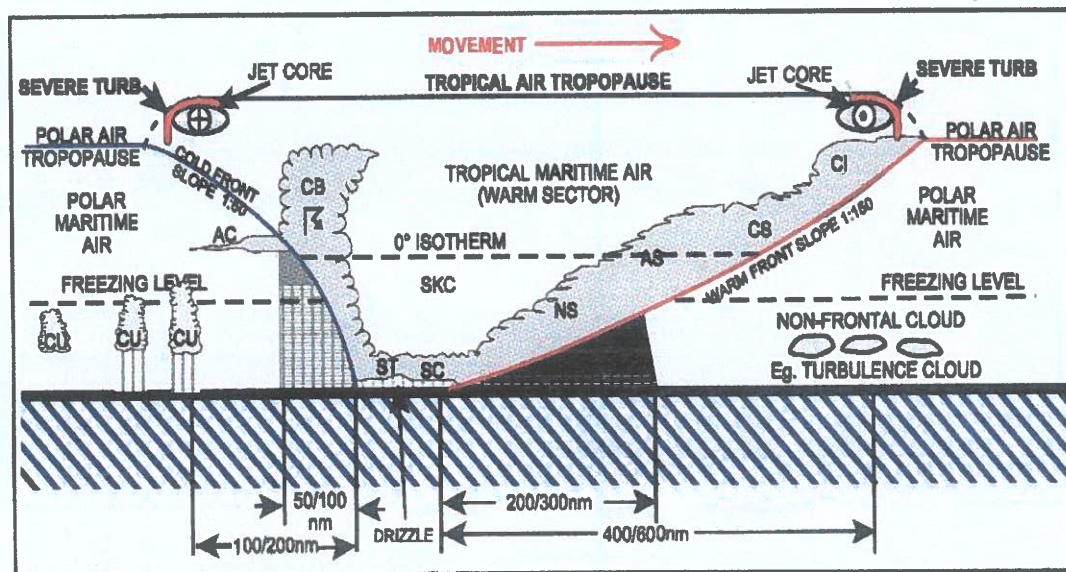
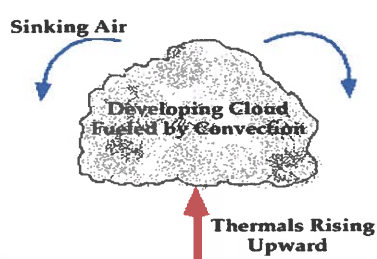
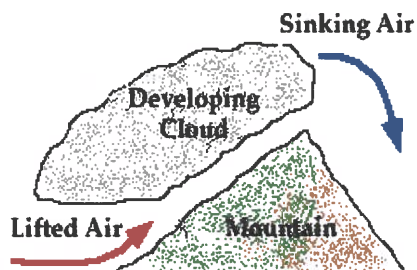


Figure 25.7. The Cross Section of a North Atlantic Polar Front Depression .

Фиг.69 – вертикален разрез на фронтална система от топъл и студен фронт.  
 10.2.2 Когато въздуха се затопли над по-топла повърхност и се издигне – термичен механизъм, при възходящи потоци – динамичен механизъм



Фиг.70



фиг.71

10.2.3. При обтичане на препятствие фиг.71 – въздуха започва да се движи принудено по склона на препятствието, започва да се издига и на определена височина влагата кондензира. Формират се различни по тип облаци, в зависимост от устойчивостта или неустойчивостта на въздуха. 10.2.3.1 На следващите 2 фигури същият механизъм е разделен на два под случая: когато въздуха е устойчив и когато е неустойчив.

Фиг.73 влажен нестабилен въздух

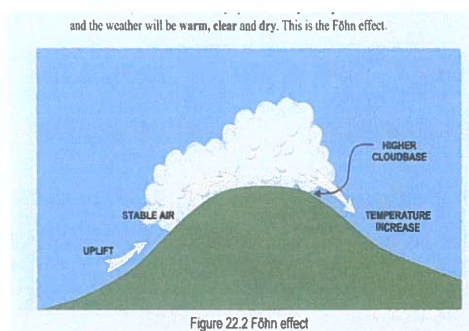


Figure 22.2 Föhn effect

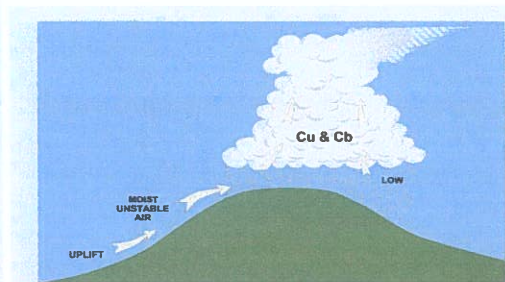


Figure 22.3 Moist. Unstable

фиг.73

Фиг.72 фьонов ефект – устойчива стратификация;

10.2.3.2. На фиг.73 е показан подслучай, когато вместо типичния фьонов ефект, при обтичане на препятствието с влажен неустойчив въздух се формират мощни купесто-дъждовни облаци.

10.3. Устойчивост и неустойчивост:

Устойчивостта на въздушната маса се определя според стратификацията – вертикалното равновесие на въздуха. Равновесието се разглежда по отношение на сух или влажен въздух, наситен или ненаситен и е свързано със запазване на положението или стремеж към издигане на даден обем въздух. Устойчивостта е свързана с температурата на обема въздух – по-точно вертикалния температурен градиент и се нарича адиабатен градиент;

10.3.1 В зависимост от наличието или липса на водна пара има **СУХОАДИАБАТЕН** температурен градиент. Той е равен на 0,98 °C на 100м или почти 1 градус на 100м. **ВЛАЖНОАДИАБАТЕН** температурен градиент, който за 0°C е равен на 0,65°C на 100м, а при 20°C пада на 0,55°C на 100м. За вертикалния температурен градиент най-голямо значение има количеството водна пара.

10.3.2. Тя се измерва чрез количеството водна пара в грамове на 1 м<sup>3</sup> (един кубичен метър въздух) «**абсолютна влажност**» и отношението на количеството ВП в даден обем въздух, към необходимото количество ВП за достигане на наситеност на ВП при тази температура «**относителна влажност**». Използва се и понятието «**специфична влажност**». За всяка температура има точно определено количество водна пара, което може да се съдържа в 1м<sup>3</sup> и за това когато температурата се понижи влагата кондензира. Фиг.74

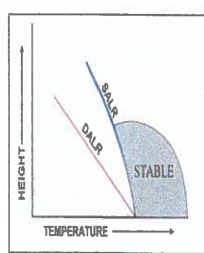


Figure 9.7.

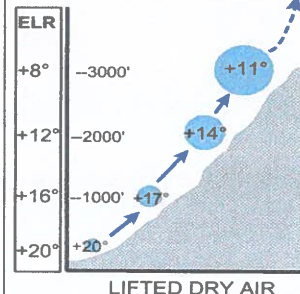
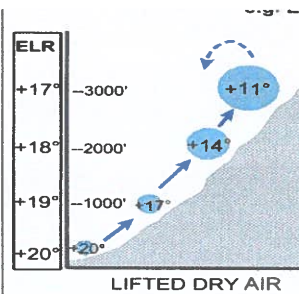
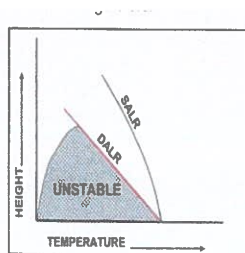


Figure 9.9.



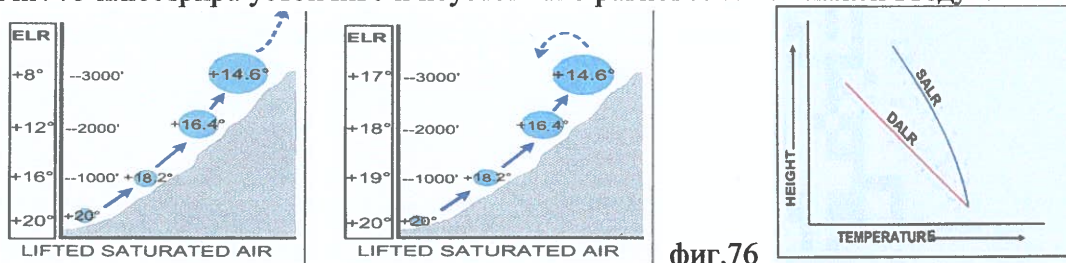
10.3.3. Неустойчиво, устойчиво и неутрално равновесие: На фиг.74 е даден пример за устойчиво и неустойчиво равновесие на сух въздух;

При  $T_{ок} < T_{об}$  обема въздух се издига до тази височина, където  $T_{ок} = T_{об}$  – **неустойчиво равновесие**.

При  $T_{ок} > T_{об}$  обема въздуха няма стремеж да се издигне – това е състояние на **устойчиво равновесие**. Това условие важи и за сух и за влажен въздух. Температурата, при

която влажния въздух става наситен и повече не се изпарява се нарича «точка на оросяване»  $T_d$ . Разликата между температурата на въздуха  $T$  и точката на оросяване  $T_d$  се нарича **дефицит на точката на оросяване**  $D = T - T_d$

Фиг. 75 илюстрира устойчиво и неустойчиво равновесие на влажен въздух.



фиг.76

В метеорологията е установено, че влажният въздух е по-лек и се издига по-лесно, а особено голяма е разликата когато влажния въздух е в състояние на насищане - тогава съдържа най-голямо количество водна пара, което го прави най-лек. На фиг.76 е дадено взаимното разположение на сухата и влажната адиабата за дадена начална температура.

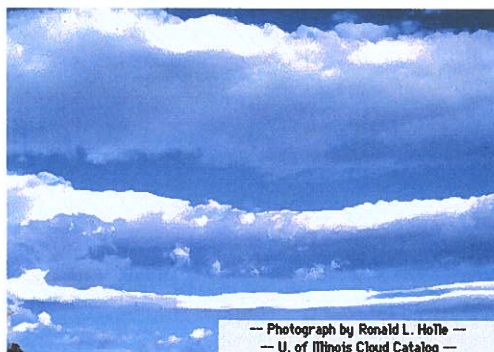
Под **неутрално равновесие** (условно неутрално – спрямо сухата или спрямо влажната адиабата) се разбира състояние при което въздуха не се движи защото има еднакви параметри с околния въздух.

Когато в относително по-хладен въздух през деня, приземната влага се загрее и издигне, тогава се създават условия за неустойчивост на въздуха, защото по-топлите и влажни области бързо се издигат и в резултат се формират мощни купесто-дъждовни облаци Св.

#### 10.4. КЛАСИФИКАЦИЯ НА ОБЛАЦИТЕ

10.4.Облаците се класифицират в три основни форми –

1.СЛОИСТИ – имат малки вертикални и много големи хоризонтални размери. Формират се вследствие на успоредни подредени движения (плъзгане) на топлия въздух по студената фронтална повърхност със скорост 3-5 см/сек. За този процес е характерно, че с малка скорост се придвижват огромни маси от въздух на голямо разстояние. За първото денонощие въздухът може да измине не повече от 3км и да се охлади с 20-30°C. За няколко денонощия въздухът изминава – 500 - 700км и достига голяма височина – 7-8км. Към тези облаци се отнасят всички слоисти - от латинското наименование (слоист) STRATUS – стратус St и комбинациите от слоисти с купести: stratocumulus стратокумулус Sc (слоисто-купест), с перести: cirrostratus циростратус Cs (пересто-слоист), и високислоисти: altostratus altostratus (високослоист) As и nimbostratus Ns (слоисто-дъждовен); фиг.77 - облаци



-- Photograph by Ronald L. Helle --  
-- U. of Illinois Cloud Catalog --



фиг.77

2. Вълнисти - тези облаци се формират под влияние на вълновите движения в атмосферата и се образуват на границата на два слоя. Топлия въздух се задържа от инверсията и точно на границата на инверсионния слой се формират облаци. При обтичане на препятствия, в гребена на вълната се образуват типичните лещовидни облаци. На латински наименованието им е лентикуларис – lenticular и могат да се проследят на всички етажи като: Sc-lenticular; Ac-lenticular, Cc-lenticular ;

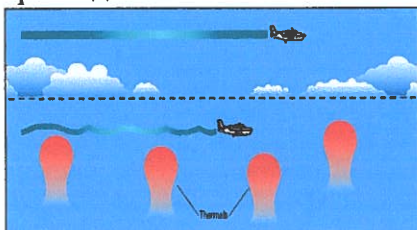
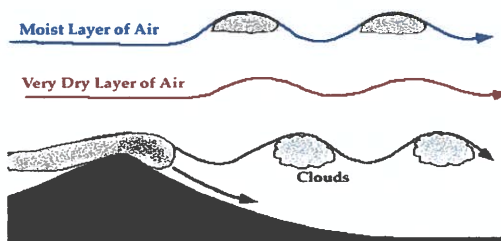


Figure 10-12. Convective turbulence avoidance.

фиг.78



фиг.79

На фиг.78 и фиг.79 е даден механизъм за образуване на Cu и Ac len.

3. КУПЕСТИ – образуват се при издигане на топъл въздух при интензивни конвективни движения на въздуха. Скоростта на потока е значителна – 2-5 м/сек., но може да достигне и повече от 10м/сек. Това са облаци с относително големи вертикални размери, но малки основи от латинското купест CUMULUS – Cu, високупест- (алтокумулус) altocumulus Ac, перестокупест - cirracumulus циррокумулус Cc. Като под-раздел на купестите облаци се разглеждат облаци с вертикално развитие – кулообразен купест облак – (кумулус конгестус) Cu cong, cumulonimbus (кумулонимбус) CB купесто-дъждовен облак;

Под фронталните зони, в район където от висок слоист облак – As пада валеж недостигащ земята – вирга, често се формират облаци, с характерни размити очертания и разкъсани краища. Те се формират в резултат на кондензация на влагата от падналия, но недостигнал земята валеж. Рзличават се разкъсани – слоисти Fractostratus Fr.st., разкъсани купести Fractocumulus Fr.cu и разкъсани дъждовни Fractonimbus – Fr.nb, които са подобни на първите два вида, но са под слоисто-дъждовен облак.

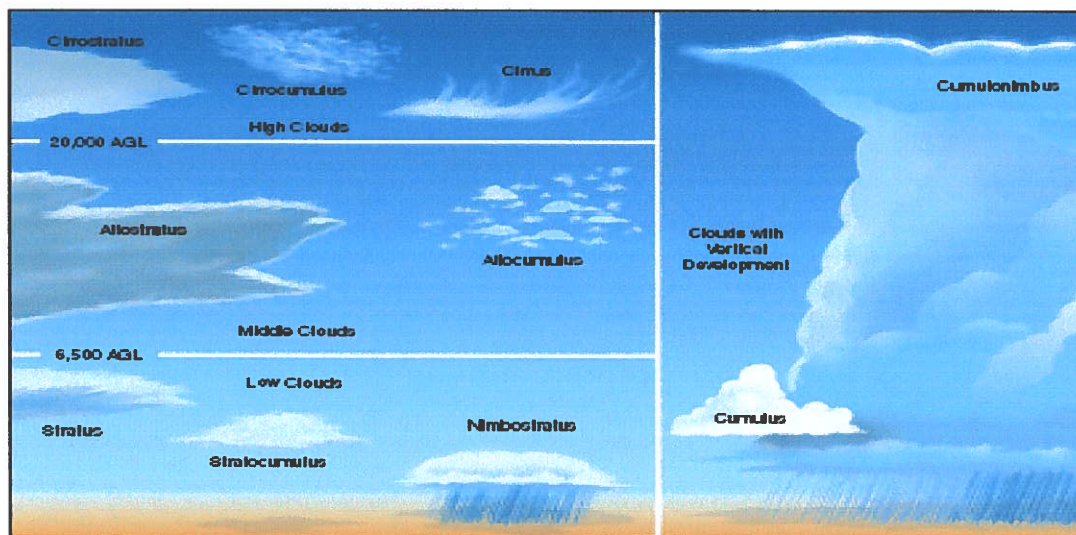


Figure 10-22. Basic cloud types.

Фиг.80 схема на 10 те основни облачни типове и разположението им.

10.4.2.Облаците се наблюдават на три основни нива:

НИСКИ – от земята до 2000м: St, Sc, Ns, Cu; - състоят се от водни капки  
 СРЕДНИ – от 2000м до 7000м Ac, As, Ns; водни капки и ледени кристали  
 ВИСОКИ – от 7000м до – 14 км Цируси Ci, Cs, Cc, състоят се от ледени кристали  
 С ВЕРТИКАЛНО РАЗВИТИЕ – от земята до TCU, CB – 14км – 16км;

а. 10.4.3 Условия за полети в облаците.

Облаците са един от най-важните метеорологични елементи, които се наблюдават, изследват и се предсказва еволюцията им. Причината е, че условията за полет в зоните с облаци са доста сложни. Те зависят от вида на облаците, тяхната водност, дебелина и други съпътстващи ги явления като обледенение, турбулентност, електризация, валежи, вертикални движения и др. Предварителното познаване на облачните зони, вида, височината и съпътстващите ги явления, позволява на пилота да вземе най-правилното решение за конкретната обстановка.

При полети в облаците най-типично е значителното намаление на видимостта. В зависимост от дебелината, височината над земната повърхност и дали са съставени от водни капки или кристали, видимостта в облаците се мени. Максимална повтаряемост в облаците имат видимости от 500м до 1000м. – 46,6%, а след това – до 0500м -34% , 1-2 км - 19,2% и над 2 км – 3,4%.



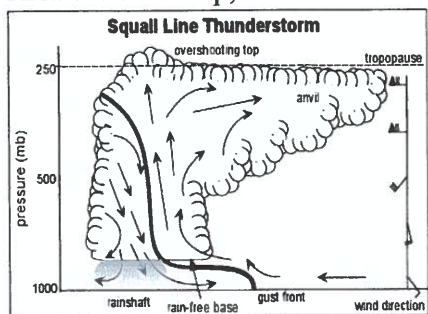
фиг 81 намалена видимост при полети в облаци

Най-опасни са полети в близост до облаци с вертикално развитие Св. Кумулонимбус или Купесто-дъждовен облак е третата фаза от развитието на купест облак, формиран в резултат на издигане на обем от влажен и топъл въздух в относително по-студена околна среда, при термично неустойчива стратификация на атмосферата. Потенциалната енергия в атмосферата при наличие на пусков механизъм (в случая неустойчивостта), се превръща в кинетична енергия на вертикалните движения. При наличие на вертикален и азимутален срез на вятъра, съпровождащ процеса на развитие на купестия облак и благоприятстващ формиране на клетка (няколко облака в различни фази на развитие), продължителността му на живот може да бъде значителна. Фиг. 82 мултиклетъчна структура и фази на Св в нея фиг.83

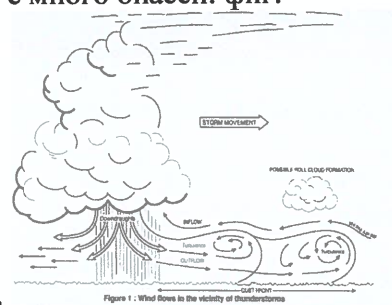


Такъв гръмотевичен облак има съпътстващи явления, които са едни от най-опасните за авиацията. В такъв облак има условия за електризация - когато електрическият потенциал между части от облака или облак и земя достигне критична стойност за

пробив –  $1\,000\,000\text{ W/m}$  се разрежда съпроводен от ослепителна светлина и гръм. Има силен вятър, който сам по себе си е много опасен: фиг.



фиг.84



фиг.85

Наблюдават се: фиг.84 и фиг.85 - шквал - силен поривист вятър с пориви до  $15\text{ m/s}$ , в челната част на облака на височина около  $500\text{ m}$  и достигащ  $2\text{--}3\text{ km}$  разстояние пред облака. Смерч (торнадо) – вятър с пориви до  $25\text{ m/s}$ , вихър с вертикална ос и диаметър от няколко десетки до стотици метри.

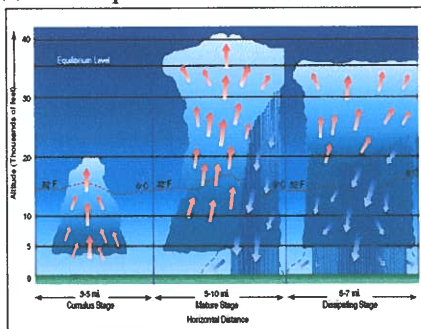
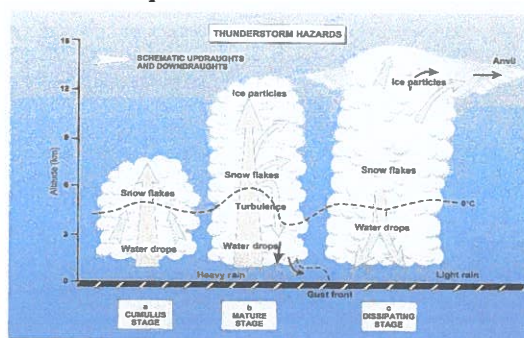


Figure 10-23. Life cycle of a thunderstorm.



фиг.86 и фиг.87 фази на гръмотевичен облак

1. Фаза на формиране, 2ра-фаза на максимално развитие и 3та фаза на размиване. Целия жизнен цикъл на купестодъждовния облак Св може да бъде около  $15\text{--}20$  минути, но при подходящи условия живота на Св може да стане – от няколко часа до десетина часа.

Други явления свързани с конвективната облачност са обледенението и турбуленцията

**Обледенение** е процес при който се натрупва лед по обтекаемите части на самолета. Наблюдава се при полет в зона на преохладени водни капки, преохладен дъжд, сняг или ръмеж. Отлагане на лед може да се случи и на земята при резки застудявания или затопляне, при температури между  $(+5 -5)$ . Има две категории обледенение важни за ВС: **структурно** и **индуктивно**; Обледенение се получава при: Наличие на капки вода или голямо количество влага охладена под  $0^\circ\text{C}$ . Условия за адиабатно охлаждане на даден обем въздух, изпарение или контакт с повърхности с температура  $< 0$ . Наличие на кондензационни ядра. В резултат от контакт на преохладения корпус в зона с преохладени капки каквато е структурата на облака в зависимост от вида и дебелината на облака има различни условия за обледенение. В слоиста облачност понякога има слабо до умерено обледенение. В купеста облачност, в зависимост от вида, височината и температурата на капките също има условия за умерено обледенение. Най-опасни за обледенение са облаците с вертикално развитие – купесто-дъждовните и слоисто-дъждовните с размери над  $4,5\text{--}$

5км и температури в средната зона на облака от 0°C до -10°C . фиг.88 обледенението зависи от формата на крилото и скоростта на потока – право пропорционално.

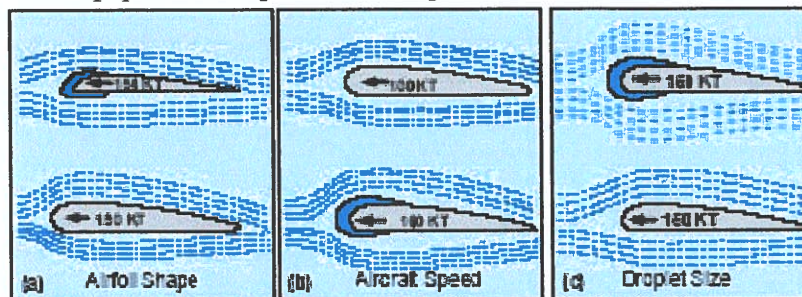


Fig. 2.5 -Variations in collection efficiency

фиг.88

Най-малка опасност от обледенение има във високите перести облаци, съставени от ледени кристали и с малки вертикални размери. Обледенението се дели на 3 степени: **слабо обледенение** – противообледенителната система премахва леденото покритие; **умерено обледенение** – когато за кратко противообледенителната система компенсира отлагането на лед и **силно обледенение**, когато противообледенителната система не е в състояние да премахне леда и той се натрупва в опасни размери по корпуса. Обледенението е едно от най-опасните явления за полетите.

Има две категории обледенение важни за ВС: структурно и индуктивно;

Обледенение се получава при:

- Наличие на капки вода или голямо количество влага охладена под 0°C;
- Условия за адиабатно охлаждане на даден обем въздух, изпарение или контакт с повърхности с температура <0
- Наличие на кондензационни ядра

Структурно обледенение имаме, когато се обледеняват външните части на ВС:

- Отлагане на лед по крилата, опашката, прозорците, елероните, антените, върху тръбичките на Пито, статичните отвори;
- Резултата от това обледеняване е загуба на аеродинамичните качества на ВС, следствие промяна в контурите;
- Индуктивното обледенение силно влияе на двигателните части.

Индуктивно обледенение се нарича обледенение на двигателите при всмукване на преохладени капки и кристали с въздуха;

- Това е обледенение на крабуратора, при което се губи мощност, поради стесняване на въздухопроводите, което препятства въздуха да влезе в двигателя.

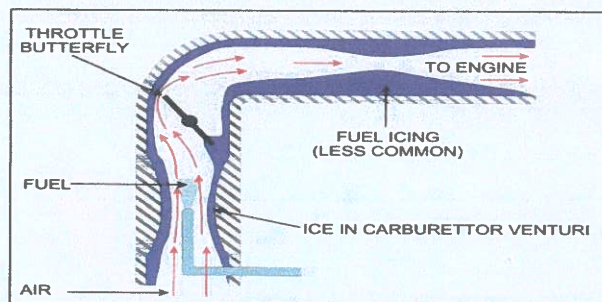


Figure 17.10. The Build Up of Ice in the Engine Induction System.

Зоните, където може да се очаква образуване на лед са изследвани и е препоръчително пилотите да се консултират преди полет, ако се очаква полета да се проведе през области с възможност за обледенение.

Няколко примера за зони с опасност за обледенение – карбураторно обледенение може да се наблюдава в много широк диапазон от температури и при всяка тяга и мощност.

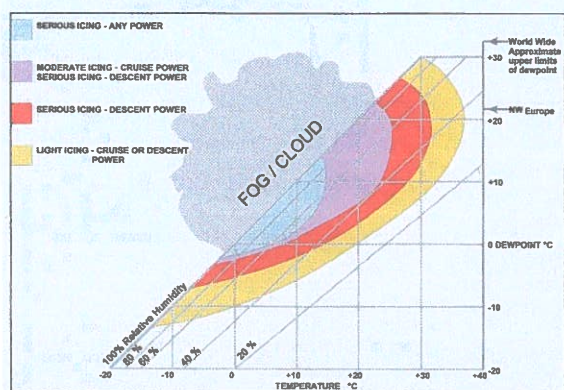


Figure 17.11. The Wide Range of Ambient Conditions Conducive to the Formation of Carburetor Icing.

Докато структурно обледенение може да се формира в точно определени метеорологични обстановки.

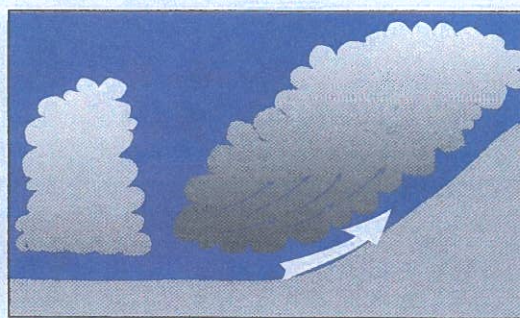


Figure 17.6. The Orographic Effect on Clouds Close to Hills

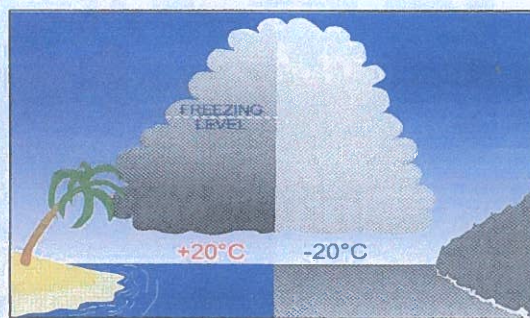


Figure 17.8. The Different Water Vapour Content at Different Temperatures.

Обледенението е по-силно във водни облаци, при високи температури на околния въздух. Вледени облаци, при температури под минус 20 оС обледенението е по-слабо.

Степени на обледенение – слабо, умерено и силно – определя се според възможността на противообледенителните системи да противодействат:

Слабо обледенение има когато:

- Степента на натрупване на лед може да започне да създава проблеми само ако полета продължи повече от 1 час при същите условия;
- Използването на противообледенителна система предпазва от натрупване на лед;
- При слабо обледенение, когато се включи противообледенителната система опасността от натрупване на лед е малка

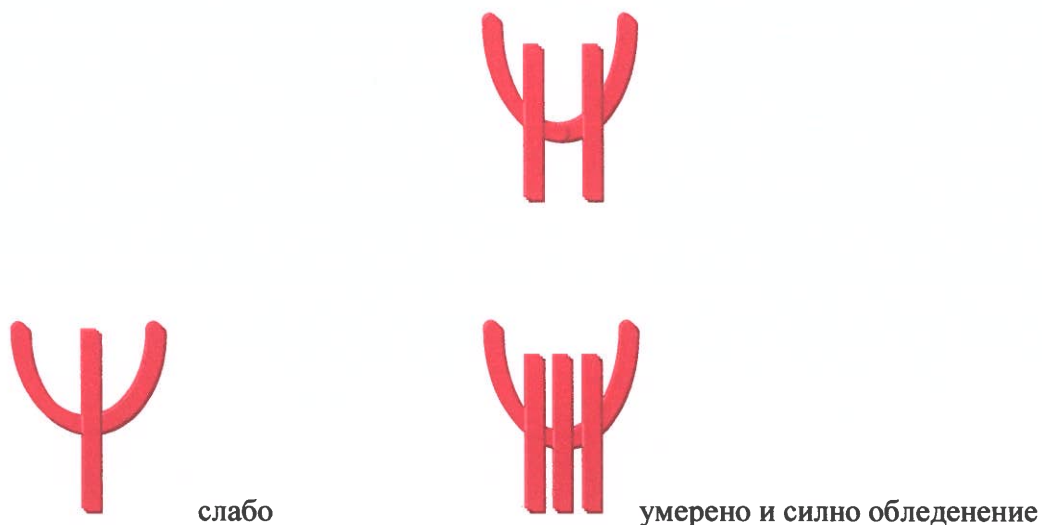
Умерено обледенение има когато:

- Степента на натрупване на лед е такава, че има кратък период от време при включена противообледенителна система, когато количеството натрупан лед не превишава количеството стопен;
- Този период трябва да се използва за да се отклони самолета от зоната с обледенение;

Силно обледенение има ако:

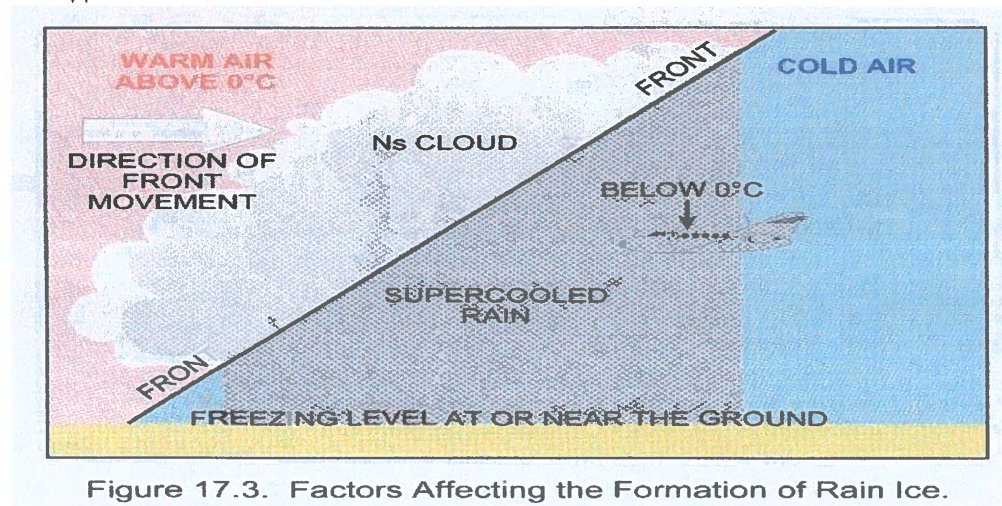
- Степента на отлагане на лед е такава, че противообледенителната система не е ефективна, леда нараства бързо и незабавно трябва да се напусне зоната със силно обледенение;

Знаци указващи степента на обледенението - слабо, умерено и силно:

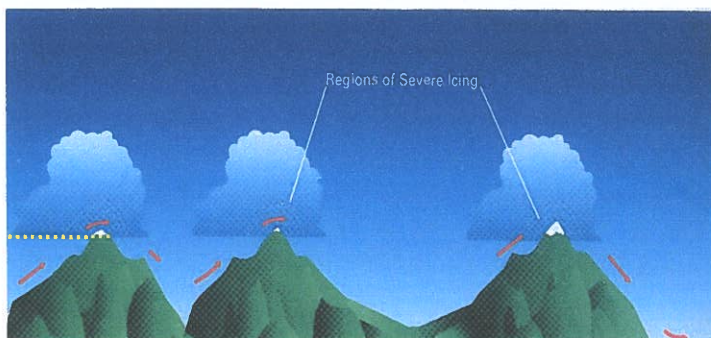


Тези знаци се поставят на картите на особеностите на явленията, на местата, където се очаква съответната степен на обледенение.

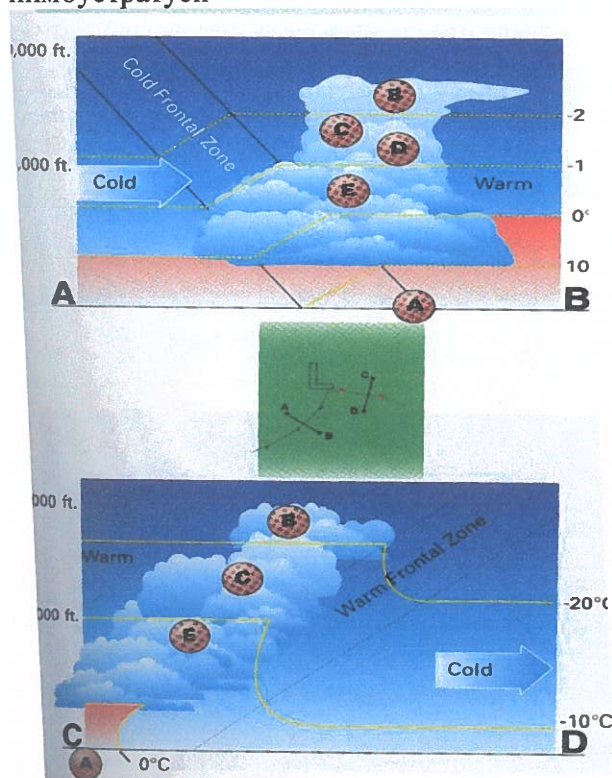
В зоните на атмосферните фронтове в Ns - нимулострати, особено през зимата обледенението често е значително.



Особено опасно обледенение може да се формира в облачност, която се издига по склон – орографско обледенение:



Както споменах в зоната на атмосферните фронтове и в друг тип облаци освен в нимбостратуси -



Добавям и примера за орографското обледенение – при издигане по хълм. Независимо дали температурата на околния въздух е под нулата, възможно е да настъпи обледенение, тъй като въздуха в облака се охлажда адиабатно и температурата на въздуха в облака може да е по-ниска от околната. В зоната на нулевата изотерма, ако облака се наблюдава на RADAR , се очертава по-ярка зона така се открояват опасните за полети зони.

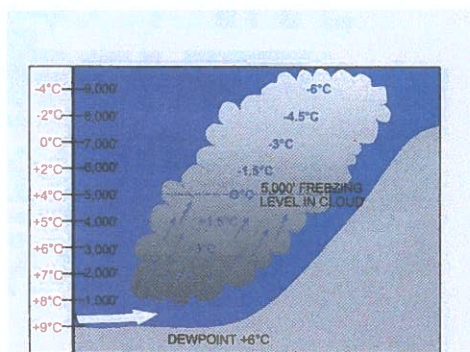
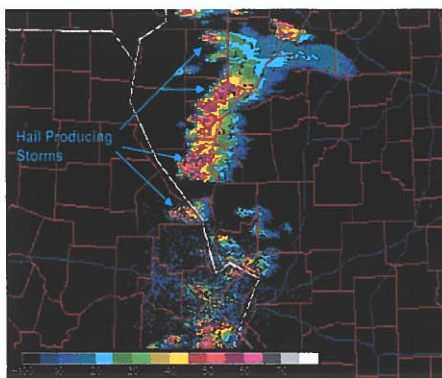
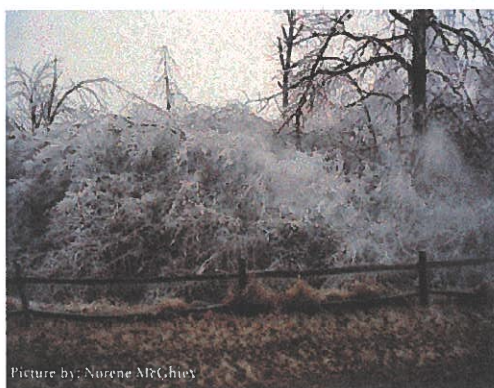


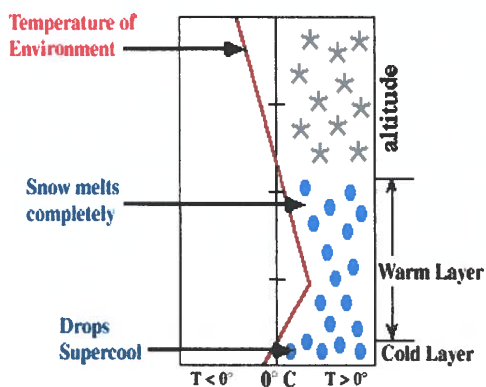
Figure 17.7. The Freezing Level in Cloud Close to Hills



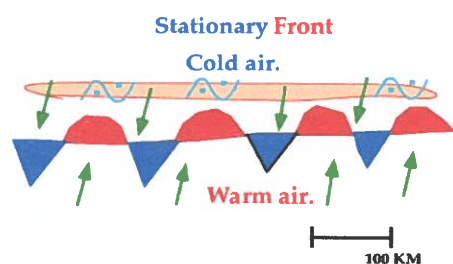
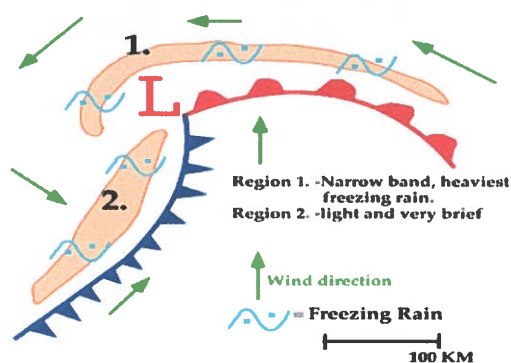
Други опасни за полетите явления свързани с различни по вид височина и количество облаци са турбулентност над и под облаци от различните слоеве, както и валежите свързани с различните облаци.



Picture by: Nozeme ARChive



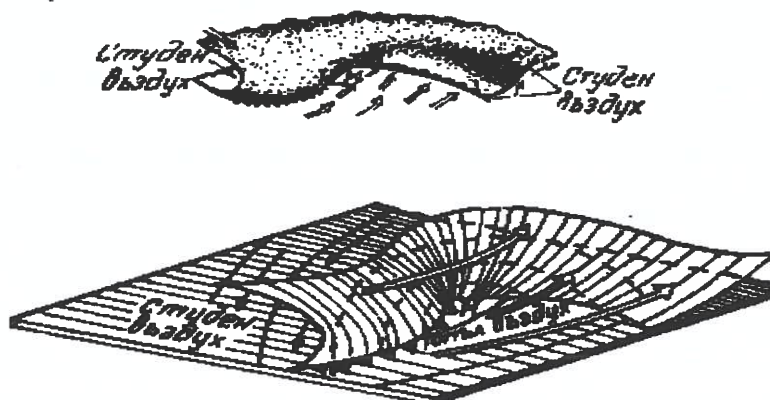
Обледеняващи валежи – преохладен дъжд, сняг или ръмеж:



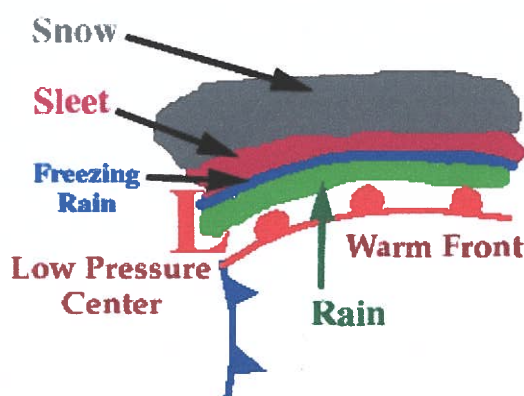
Това са синоптичните обстановки, при които се формират обледеняващи валежи.

За да се добие представа как се формират обледеняващите валежи и при какви случаи се сменя фазата на валежа, прилагам няколко схеми:

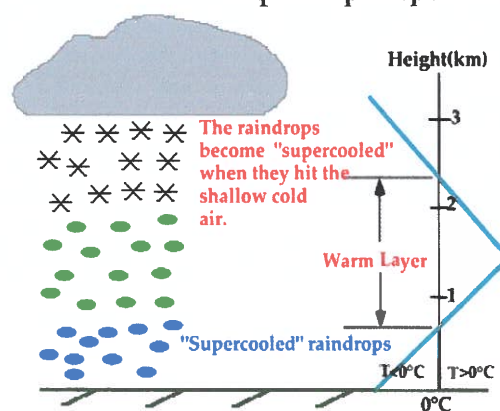
1. Обемна схема на фронтална сиситема;
2. Хоризонтален модел и
3. Вертикален разрез на градиента на температурата по фронталната повърхност:



фиг.1 Тримерен модел



Фиг 2 Хоризонтален модел;



фиг3. Вертикален разрез на температурата

От схемите се вижда, че условия за обледенение има в зоната на топлия фронт, преди линията на фронта при земята. Облачността се формира в топлата въздушна маса, като валежа променя фазата си, преминавайки през различните по температура въздушни слоеве: започва като валеж от сняг, в студената въздушна маса, преминава през топъл въздушен слой, където валежа се обръща в дъжд и в при земята при температура под нулата пада като преохладен дъжд и създава условия за обледенение.

Препоръки за избягване на обледенението. В зависимост от вида на облаците (защото структурно обледенение настъпва в облаци), височите перести облаци не са опасни за условия на умерено и силно обледенение. Средните – “alto” cumulus, stratus, създават условия за умерено обледенение, ако са смесени – капки и кристали и относително по-дебели – с по-големи вертикални размери. Условия за умерено до силно обледенение има в “nimbostratus”, “cumulonimbus”, особено по топъл фронт, когато самолета се движи в студената въздушна маса и попада в зона на преохладени валежи и в плътна фронтална облачност. По-долу е показана схема на условия за обледенение в СВ.

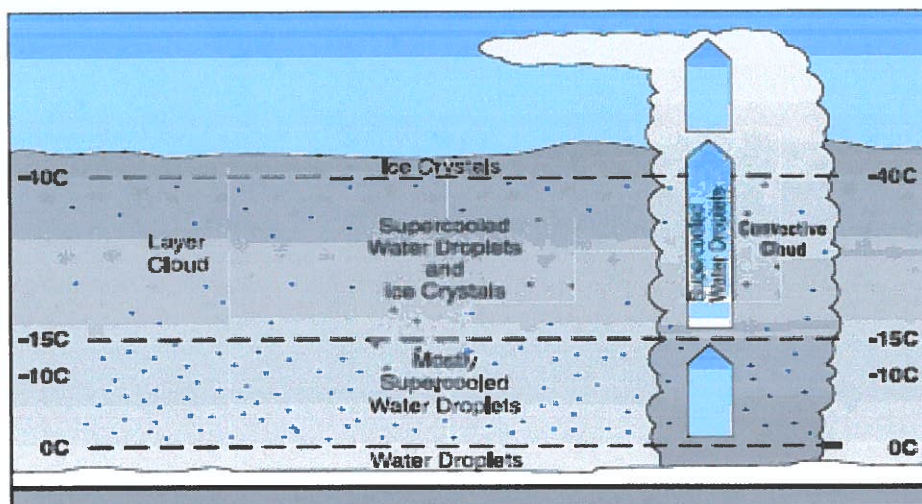


Fig. 2-4 - Distribution of water droplet-ice crystals in cloud

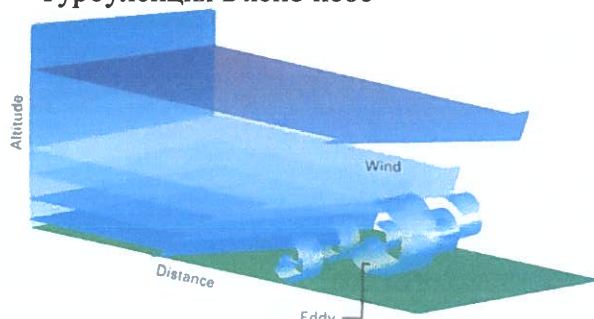
В най-долната част на СВ, където има преохладени водни капки до температурен слой с  $-15^{\circ}\text{C}$  има условия за умерено до силно обледенение. Мъглите през зимата, при ниски температури също създават условия за умерено до силно обледенение.

Друго опасно за полетите явление е «турбулентността» и «среза на вятъра»

- В речниците определението за ефекта наречен ТУРБУЛЕНЦИЯ се свързва с ефекта на друсане и пропадане на ВС по време на полет.
- Турбулентцията представлява смутено състояние на въздуха при движението му вследствие на различни причини – обтичане на препятствия, външни влияния върху въздушния поток, термични или динамични причини за рязка промяна на посоката и скоростта на движение на въздуха.

Видове турбулентция:

- Механична
- Термична
- Конвективна
- Динамична
- Орографска
- Турбулентция в ясно небе



На тази схема е илюстриран механизма на формиране на турбулентните вихри. По-долу ще се илюстрират с примери всички видове турбулентция:

1. механична турбуленция:

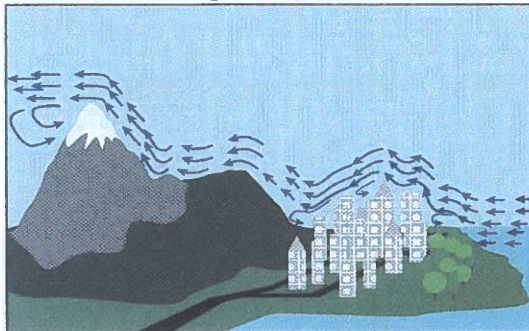


Figure 10.2. Mechanical Turbulence.

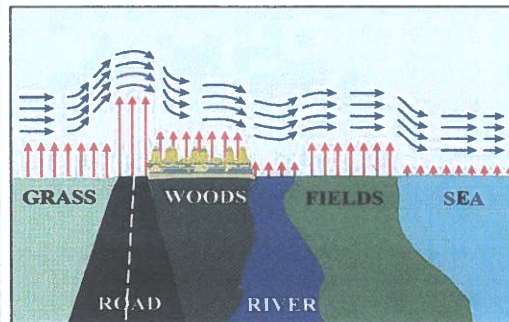


Figure 10.1. Thermal Turbulence.

2. термична турбуленция;

3. конвективна;

4. турбуленция в облаците

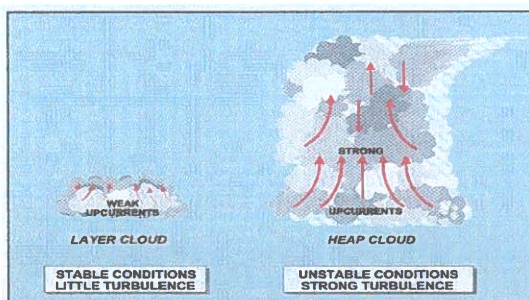


Figure 10.3. Turbulence in Cloud

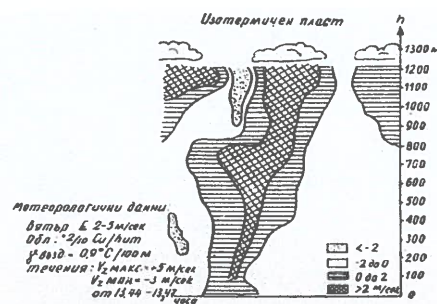


Рис. 82. Пример за разположение на вертикалните течения под облаци кумулус хумилис („кумулуси на хубаво време“)

5. Динамична турбуленция.

6. Орографска турбуленция.

7. Планински вълни.

8. Турбуленция в ясно.

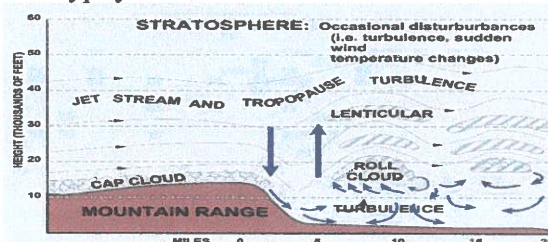


Figure 10.4. A Well Developed Mountain Wave Showing Typical Features.

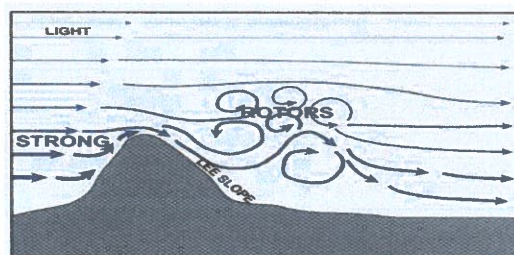


Figure 10.5. Rotor Streaming.

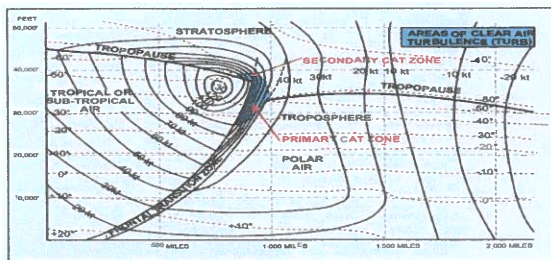


Figure 10.6 A Vertical Cross Section Through a Jetstream.

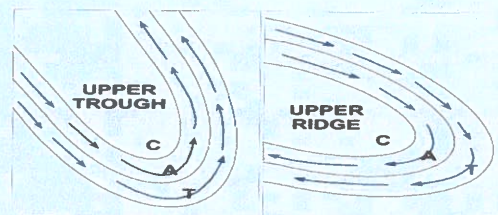


Figure 10.8. Turbulence Produced at Upper Troughs and Ridges.

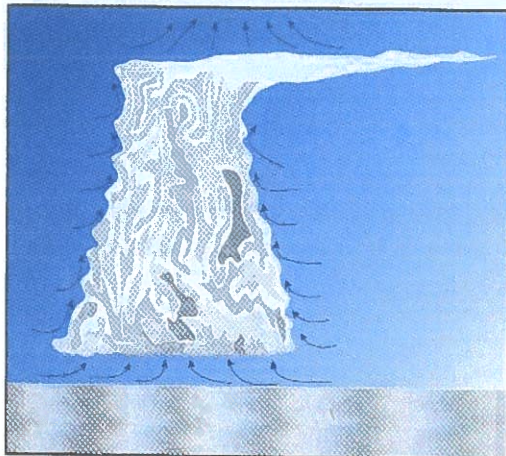


Figure 10.7. Clear Air Turbulence Surrounding Cumulo Nimbus Clouds.



Fig. 2-8 - Complex winds around low-level jet: can result in significant wind shear and turbulence

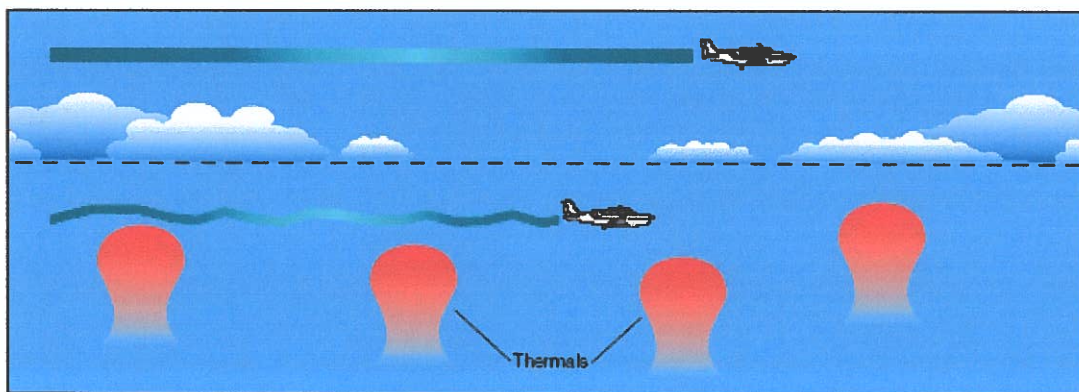


Figure 10-12. Convective turbulence avoidance.



Figure 10-14. Turbulence caused by mountain obstructions.

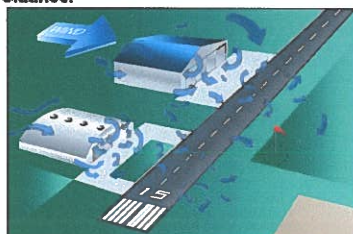


Figure 10-15. Effect of a mountain wave.

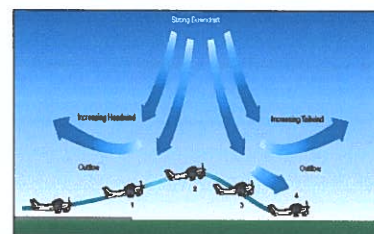


Figure 10-17. Effect of a mountain wave.

Турбуленция свързана с депресионни зони, центъра и периферията на циклон.  
Фиг. Турбуленция свързана с деформационните полета около циклон.

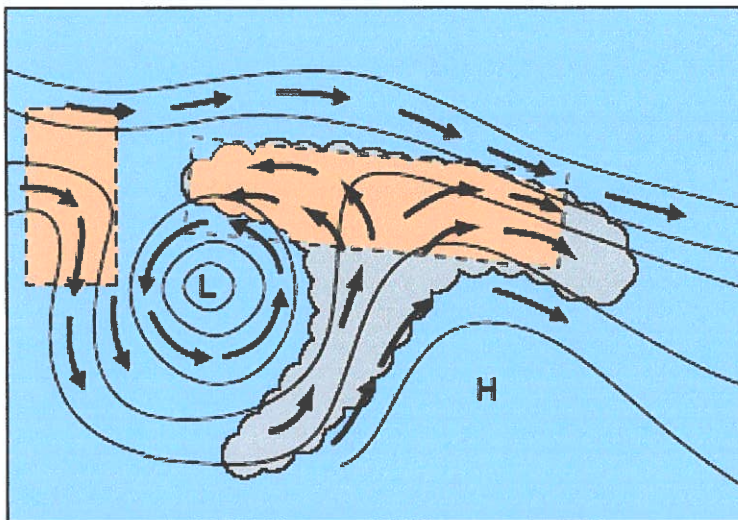


Fig. 2-38 - Deformation zones

Турбуленция свързана с динамични вертикални потоци.

Дивергентни зони и конвергентни зони свързани с формиране на фронтални депресии.

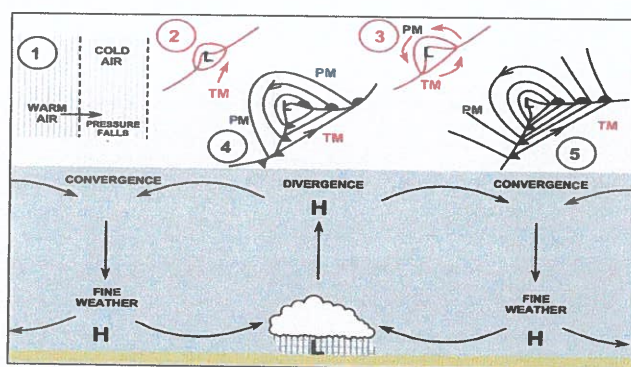


Figure 20.13 The Development of Polar Front Depressions.

Препоръките за избягване на турбуленцията са свързани основно с познаване на конкретните области, където има вероятност за поява на умерена или силна турбуленция. Препоръчително е да се заобиколи опасната зона или да се избегне зоната с умерена или силна турбуленция.

На всички авиационни прогностични карти включени в полетната документация, информацията за зоните с очаквани умерена до силна турбуленция и обледенение са основен елемент. Най-подробно се описани всички опасни зони и вероятната степен на очакваното явление. С тази информация се цели, пилота да вземе решение достатъчно рано за избягване на опасностите по време на полет.

Под **турбуленция** се разбира претоварването на самолета, когато под влияние на промяна в посоката и скоростта на вятъра, самолета изпитва тласъци, потрепване или пропадане. В слоиста облачност, по-често няма или има слаба турбуленция. В купеста облачност има умерена турбуленция, а в мощни купести облаци Св, се забраняват полети, поради силна турбуленция, силно обледенение, електризация и

мощни вертикални възходящи и низходящи потоци. Турбулентцията се дели на 3 степени - **Слаба** е когато има леко потрепване на самолета. Ако е продължително време усещането е неприятно. **Умерена** е когато има чести тласъци и пропадане, което може да предизвика падане на вещи или прибори. **Силна** е когато има чести и резки пропадания и тласъци, загуба на височина и значително претоварване. Оценката на интензивността на турбулентцията е свързана с големината на претоварването на самолета или нарастването му:  $n=(P+R)/G$   
 $P$  –тягата;  $R$  – аеродинамичната сила;  $G$  –теглото на самолета  
 Слаба турбулентност  $0.2 < n < 0.5$   
 Умерена турбулентност  $0.5 < n < 1.0$   
 Силна турбулентност  $n > 1$

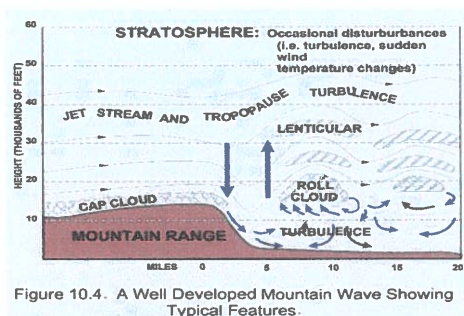


Figure 10.4. A Well Developed Mountain Wave Showing Typical Features.

фиг.89



фиг.90

фиг.89- схема и фиг 90 облаци размити следствие турбулентция при обичане на препятствие - това е характерна зона без облаци следствие силния низходящ поток при обтичането на препятствието.

Полети над облаците. В този случай не се вижда земната повърхност и полета е по прибори. Често на по-голяма височина има силен вятър и турбулентция. В близост до горната граница на облаците обикновено има турбулентция и е възможно слабо обледенение с отлагане на скреж.

Полетите под облаци, особено под ниски облаци са затруднени, поради ограничената видимост. При насечена местност, ниските облаци скриват особеностите на релефа и значително затрудняват полетите. Наската облачност и намалената видимост са едни от най-честите причини за предпоставки за инциденти и произшествия.

10.5. МЪГЛА: Мъглата е разновидност на облак.

10.5.1.Мъгла се нарича видимото натрупване на водни капки или ледени кристали непосредствено на/над повърхността на земята. По определение мъглата се свързва с намалената видимост в приземния слой. По мъгла се разбира област, където видимостта намалена под 1000м. 10.5.2.Въвежда се термина метеорологична оптична далечина на видимостта – MOR - meteorological optical range. Това е най-голямото разстояние до което абсолютно черен обект се различава с просто око на фона на околните предмети през деня. През ноща MOR е най-голямото разстояние до което се различава обикновен източник на светлина с интензитет от 1000са. на неосветен фон. Така под мъгла се разбира зона с видимост под 1000м при горните определения. Оптическото състояние на атмосферата е един от основните метеорологични елементи определящи видимостта, но той силно зависи от метеорологичните условия в момента. Мъгла се образува в студен въздух с  $T = T_{оросяване}$ , където влагата кондензира напърво върху земната повърхност. За авиационната метеорология на-

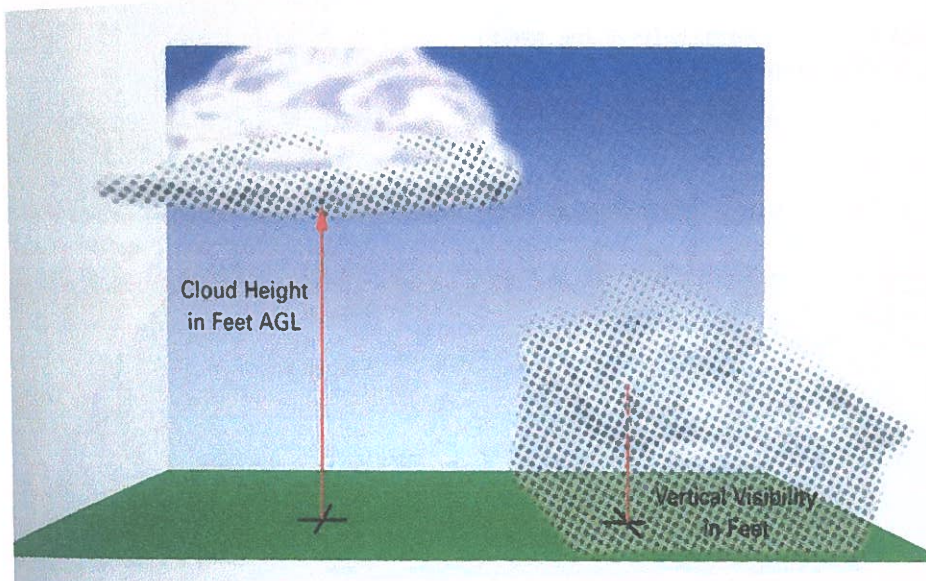
важен метеорологичен елемент е дефинираната по специален начин **Видимост на ПИК – RVR** - 10.5.3.максималното разстояние, до което пилота, когато е в самолета на осевата линия, може да различи наземната маркировка и/или светлините очертаващи ПИК или осевата линия.



фиг.91 видимост на ПИК

В метеорологията се мери долната граница на облаците и тяхното количество, а при мъглата – хоризонтална и вертикална видимост.

Мъглата по механизъм на формиране се дели на: **радиационна, адвективна и смесена**, както и мъгли на слягане по инверсионни слоеве. По водност и температура се различават **водни мъгли** – при положителни температури и голяма водност, **ледени и преохладени** при отрицателни температури но първите са от водни капки, а вторите от ледени кристали. Мъглата може да се задържи няколко дни и седмици, ако не се промени въздушната маса в която се е образувала или докато инверсионния слой, който я задържа не се разруши при нахлуване на пресен въздух от друго място. Наблюдението и измерването на видимостта на ПИК е един от основните метеорологични елементи, за които се следи на едни летище. Метеорологичната оптична видимост и видимостта на ПИК в ниските си стойности под 1500м са предмет на метеорологичните съобщения и сведения. На фиг.92 – измерване на ДГО и вертикалната видимост в мъглата.



фиг.92

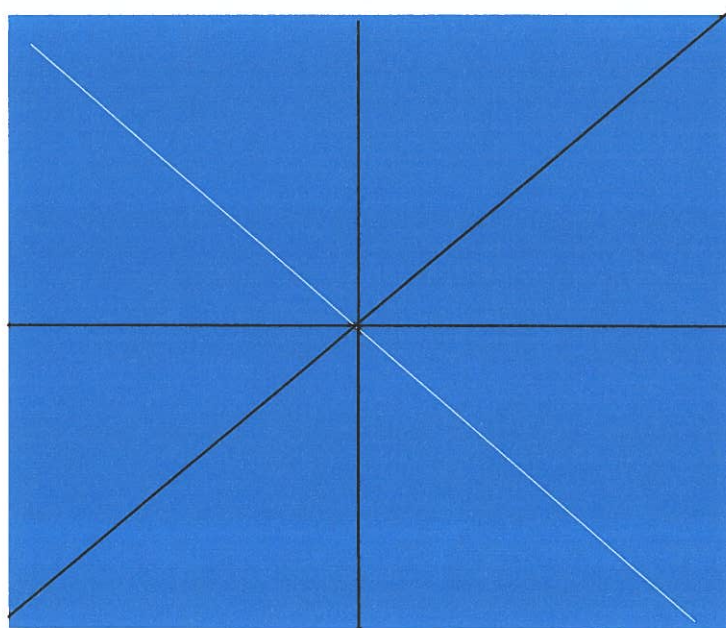
10.6. Количеството облаци е един от метеорологичните елементи, за които се провеждат наблюдения. Разглежда се вида на облаците само от оперативна значимост – купесто-дъждовни в двете последни фази – купестообразен купест облак и Св в процес на максимално развитие, които представляват опасност за полетите, с интензивната турбулентност, условия за обледенение, срез на вятъра, проливни течни или твърди валежи, електризация и силен вятър – *шквал* предшестваш облака. Само за тези два вида има шифрова описателна група, която се изписва след количеството и височината на облака – TCU и СВ.

В авиационните кодове описание на другите типове облаци не се използва. За тях се определя само наблюдаваното количество на съответната височина и така се шифрират.

#### 10.7. Шифриране на количеството облачност по код METAR/SPECI и TAF:

За да се опише наличното количество облаци, небесния свод се дели мислено на 8 части.

Количеството облаци се измерва в 8-мини – части от небето. Наблюдателя мислено събира цялото наблюдавано количество облаци в разделеният на 8 части видим хоризонт и отчита колко 8мини заемат по отделно ниските облаци, след това средните и накрая високите, като всеки слой се разглежда като отделен - независим от останалите облаци. Когато количеството е  $< \frac{1}{2}$  осмина, то се пренебрегва – отчита се 0/8 ясно-SKC. Фиг.93 е даден пример как се дели небето на 8 части.



фиг.93 разделяне на небесния видим хоризонт на 8 части.

Тъй като облаците представляват области от капки и/или кристали долната и горната им граница се дефинира чрез оптичните ефекти – загуба на видимост в обема на облака;

МЪГЛАТА по начин на формиране - също се състои от водни капки и/или ледени кристали – представлява облак на повърхността на земята;

Количеството облаци се шифрират с помощта на следните съкращения;

- SKC – Sky Clear – 0/8 – няма облаци на небето;
- FEW – 1/8 - 2/8; запълнена е до  $\frac{1}{4}$  от небето;
- SCT – 3/8 - 4/8; ту може да е запълнена до  $\frac{1}{2}$ ;
- BKN – 5/8 - 7/8;
- OVC – 8/8; - небето е покрито с облаци.

Шифрират се най-много 4 групи – от които първите три съответстват на трите слоя – ниски, средни и високи, докато четвъртата група се включва само ако има купесто-дъждовни облаци – CB – например:

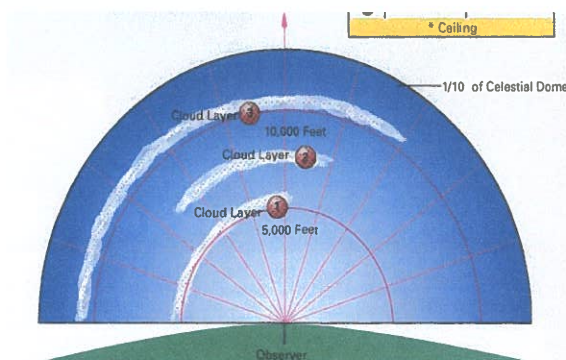
FEW005 SCT020CB BKN050 OVC100;

SCT040 BKN100 OVC200, когато има CB, те се дават зад трите цифри определящи долната граница на слоя.

**ШИФРИРАНЕ НА КОЛИЧЕСТВО CB в летищно предупреждение или информация SIGMET**

- ISOL – individual CBs – ISOLATED
- OCNL – well separated CBs – occasional
- FRQ – CBs with little or No separation – frequent;
- EMBD – CBs embedded in layers of clouds or concealed by haze – embedded

Долната граница на облаците се мери с облакомери или може да се определи приблизително на око от опитен наблюдател. Облакомера дава осреднена стойност. Фиг.94 определяне на 3 -те отделни слоя;



Всеки отделен слой се отчита независимо от останалите, но важи правилото: по-ниския слой задължително трябва да се различава от по-високия най-малко с 1/8. Повреме на наблюденията и определяне на ДГО, се прилагат законите на оптиката за загуба на абсолютно черен обект на фона на околната среда на определено разстояние.

10.8. Уреди за измерване на метеорологичната оптична видимост – MOR, и за RVR. Трябва да се изчисли най-далечното разстояние до което се различава светлинен източник с интензитет 1000са (кандели);

10.8.1 Използват се трансмисометри и скетърметри фиг.95 – мери се прозрачността на слоя въздух във определен обем като се изпраща лазерен сноп от излъчвател до отражател и по отразения сигнал от разсеяните в дадения обем водни капки се изчислява метеорологичната оптична видимост – meteorological optical range - MOR. Трансмисометърът е калибриран да определя само прозрачността, а скетърметърът определя и вида на валежа. Според температурата и помътняването се определя вида на валежа или на мъглата. Напоследък тези два прибора се поставят заедно и

получените данни се сравняват, след което автоматизираната наблюдателна система дава най-близкия до реалната ситуация резултат за видимостта и вида на валежа или помътняването на въздуха. На фиг.95 се виждат приборите за измерване на видимост и явления в точката на опиране на летище София – трансисометър и скетърметър



фиг.95

10.8.2.Облакомерите са измервателните прибори за определяне на долната граница на облачността. Принципа им на действие е аналогичен на трансисометъра –изпраща се лазерен сноп, перпендикулярно нагоре и се мери отразеният от облачните частици сигнал.



фиг.96 външен вид на облакомер;

Облакомерите се разполагат в зоната на средния маркер – от 700м до 1км от края на ПИК. Там се измерва долната граница на облаците за да е представителна за височината за взимане на решение с оглед пилота да има време да вземе решение дали да се откаже да каца -за минаване на втори кръг или не;

10.9.Валежи – когато в облака размера на капките достигне критични стойности и възходящия поток вече не може да ги държи във въздуха, те започват да падат като дъжд. При отрицателни температури кристалчетата в облака залепват в краищата си, оформят снежинки и валежа е от сняг. По съществен проблем създават градушките, които падат от гръмотевичните облаци. В гръмотевичните облаци, водните капки се издигат от възходящия поток над средата на облака в зоната на отрицателните температури и там замръзват. При обратното движение надолу те се размразяват, но отново са увлечени от въздушния поток нагоре и да достигнат до големи размери ледени зърна – градушка. На фиг.97, фиг.98 и фиг.99. се виждат гръмотевични облаци.

!0.9.1. Видове – делят се на *вътрешно-масови и фронтални*.

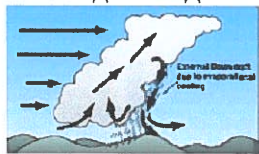


Fig. 2-36 - Steady state cold thunderstorm

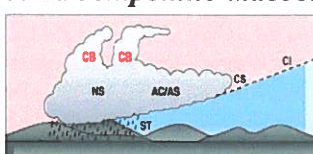


Fig. 2-34 - Warm frontal thunderstorms

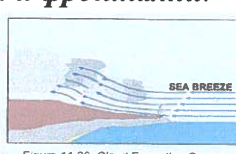


Figure 11.26 Cloud Formation Over a Coastline

фиг. 97,98,99

Вътршно-масовите се делят на: **конвективни** – образувани в условията на размито барично поле и в перифрията на запълващ се циклон и прехода към антициклон - седловина; и **адвективни** – възникващи при движение на студен и влажен въздух над топла постилаща повърхност. Лете се развиват над сушата в предната част на гребен от високо налягане ( зад студения фронт ) – денем, а над водата в карйбржните зони – нощем и орографски – при обтичане на препятствие.

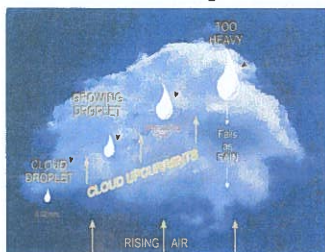


Figure 14.16 Precipitation

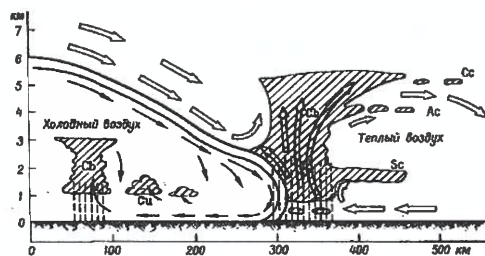
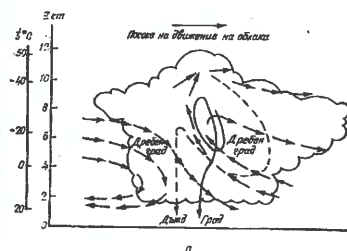


Рис. 7.26. Облака холодного фронта второго рода.

На фиг. 100 капки дъжд, фиг.101 Св с град и на фиг.102 студен фронт с Св

10.9.3 Валежи се образуват в смесените облаци, при определени условия, за които са необходими кондензационни ядра. В облаци - над  $\frac{1}{2}$  от височината на облака се образуват твърдите валежи по пътя на сублимация и акреация – прилепване на преохладени водни капки върху ледени кристали. Уголеменият кристал, става тежък, възходящите потоци не могат да го задържат във въздуха и той пада надолу, като се топи при положителни температури и пада на едри капки като дъжд. Ако не се стопи напълно пада град или суграшица. **Ръмеж** се образува по пътя на коагулацията – сливане на водни капки с еднаква големина. Преохладен – обледеняващ дъжд се образува чрез акреация.

Сняг се образува при процес на Бержерон, когато чрез слепване, акреация и амалгамация – уедряване на снежинките чрез електростатично слепване се получават едрите снежинки. Валежите се делят по интензивност на: интензивни – **проливни и слаби** - обложни, а по продължителност на **продължителни и краткотрайни**; Валежите допълнително влошават условията за полети, когато се натрупва голямо количество сняг и трудно се почиства от ПИК или се образува ледено покритие на ПИК при валеж от преохладен дъжд или мъгла. Големи ледени зърна паднали от Св може да влошат спирачния ефект. Тези явления изискват състоянието на ПИК да се следи и при влошен коефициент на сцепление да се информират заинтересованите лица и служби. Тази информация се разпространява със съобщение SNOWTAM.

**11. Вятър** – по ОПРЕДЕЛЕНИЕ се нарича хоризонталното движение на въздуха спрямо земната повърхност. Причина за вятъра е неравномерното разпределение на налягането над повърхността на земята. В областите с високо налягане се създава по-голямо количество въздух и той се стреми да запълни областите с по-малко въздух (по-ниско налягане), като движението продължава докато налягането не се изравни. Но налягането е силно чувствително към промените в температурата и плътността на въздуха и от там вятъра непрекъснато се променя и по скорост и по посока. Тази изменчивост е особено характерна за близките до земната повърхност слоеве, поради разликата в релефа, подложната повърхност и изложението към слънцето.

Фиг 103 ефект на вятъра през деня      фиг.104 ефекта на вятъра през ноща

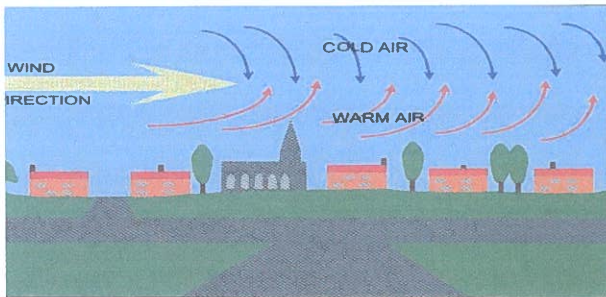


Figure 7.18. The Effect of Wind by Day.

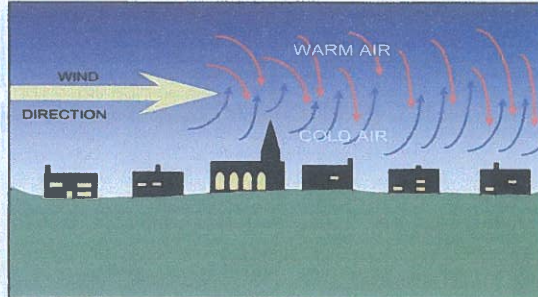


Figure 7.19. The Effect of Wind by Night.

### 11.1. Област на проявление – Приземни и високи ветрове;

Най-близкия до земята слой от тропосферата се нарича приземен или слой на триене, където се чувства най-силно влиянието на подложната повърхност. Често на границата на този слой – 1500м се формират инверсионни слоеве, които препятстват издигането на топъл и влажен въздух над тази граница. На илюстрациите по-горе се вижда как денем и нощем се сменя температурата на въздуха под и над слоя на смесване, поради смяната на температурата на сградите и интериора вследствие нощното изстиване. За да се измери вятъра за зоната на излитане и кацане и по-точно на 6-7 м над ПИК, се използват мачти с височина 10м, където се разполагат двата прибора за вятъра.

Фиг.105 турбуленция фиг.106 вертикален и хоризонтален срез на вятъра;

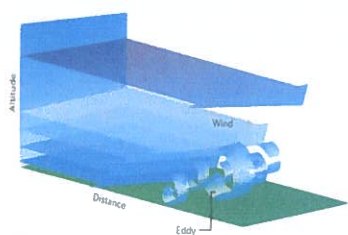


Figure 10.9. Vertical Windshear

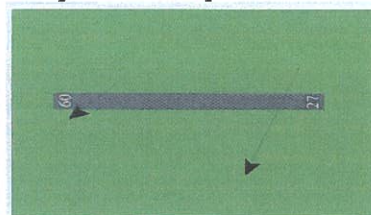


Figure 10.10. Horizontal Windshear

Вятъра силно се променя в денонощието – през деня слоя на триене се повдига, нощем височината му намалява. Има денонощен ход заедно с температурата на въздуха и загряването на приземния интериор. От примери се вижда, че на вятъра влияе и денонощния ход на температурата, изложението на слънце, облачността, но най – голямо значение има налягането.

### 11.2. На Фиг. 107, фиг.108 и фиг.109 денонощен ход на вятъра

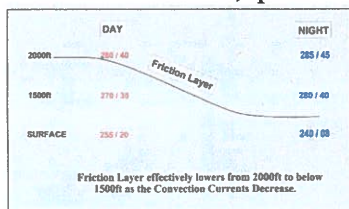


Figure 11.19. Diurnal Variation of 1500' And Surface Wind Velocities.

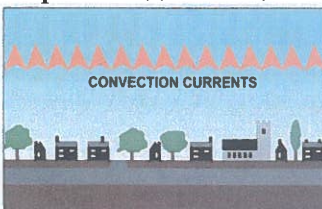


Figure 7.8. Convection Currents

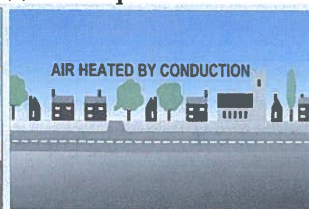


Figure 7.7. Conduction

11.3. Основната причина да духа вятъра е разликата в разпределението на налягането по земната повърхност. Фиг,110 и фиг 111

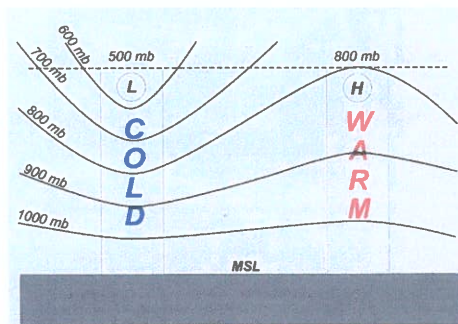


Figure 3.2. An Illustration of Pressure Decrease with Height in Airmasses with Different Temperatures and therefore Different Densities

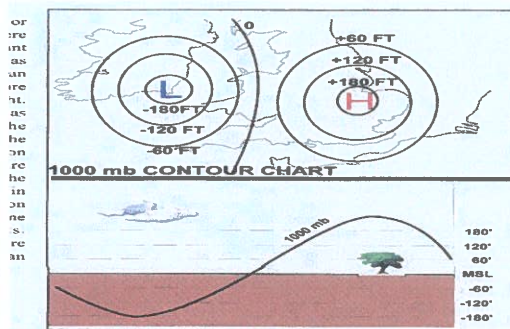


Figure 12.1.

Разликата в температурата и налягането движат въздуха.

Илюстрацията на фиг. 111 показва как въздухът се стреми да запълни областта от ниско налягане, която е като долина (дупка) и той се стича от всички страни към нея. От този пример се вижда, как и най-малката разлика в температурата и налягането влияят на движението на въздуха. Той се премества по посока от високото към ниското налягане. Студеният въздух, който е по-тежък избутва топлия, а когато е принуден – топлия въздух се изкачва по студения.

11.4. Вятърът е векторна величина има посока – най-общо от високото към ниското налягане и скорост, която зависи от разликата между абсолютната стойност на ниското и високо налягане. Силно се влияе от триенето - фиг.105 и се образуват турбулентни вихри.

**а. посока** - За обозначение на посоката на вятъра се използват градуси 0 -360° по азимут. Те се отчитат от северната посока на географския меридиан по часовниковата стрелка. Посоката се отчита откъдето духа вятъра. За навигационни цели се използва така наречения **навигационен вятър**, който е с точно обратна посока – накъдето духа вятъра – т.е метеорологичния +180°. На летища с голямо магнитно отклонение превишаващо > 5° се дава и магнитното отклонение – **магнитен вятър**;

На фиг 112, фиг.113 и фиг.114 са показани: географския север на глобуса, компас с посоките на света и магнитния полюс с магнитното отклонение.

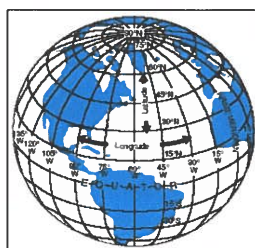


Figure 14.2. Meridians and parallels—the basis of measuring time, distance, and direction.



Figure 14.4. Compass rose.

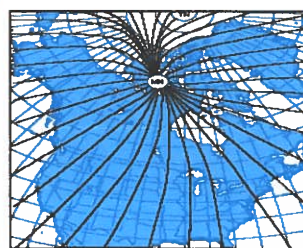


Figure 14.6. Isogonic chart. Magnetic meridians are in black; geographic meridians and parallels are in blue. Variation is the angle between a magnetic and geographic meridian.

фиг 114

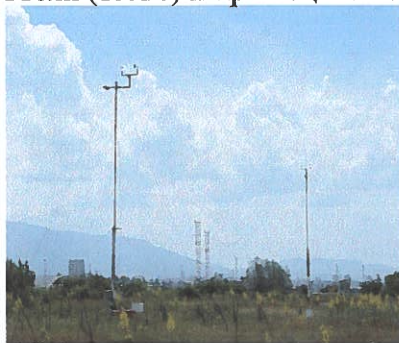
**б. скорост** – съответства на абсолютната стойност на силата на баричния градиент.

11.5. Скоростта на вятъра се мери от ветромери фиг.115 – на една ос са разположени анемометър, който мери скоростта

11.6. мерни единици: скоростта се мери в: метра в секунда, м/сек; км в час; възли – knots (морски мили в час) и

Посоката се мери от където духа вятъра по азимут спрямо географския север с перка (wind vane) която определя посоката от където духа вятъра. Приборите се разполагат на 10 метрови мачти за да се избегне влиянието на приземната

турбулентност. За любителски нужди се използват ветропоказатели, от различен тип – най-често ветрови ръкави фиг.116. Те се изработват от полупропусклива за въздуха материя на пръстени, така, че да се определя и посоката и скоростта - един издигнат пръстен – 10 възли или 5 м/с; 2 пръстена – 20 възла ( 10м/с) 3 пръстена 30 възли (15м/с) и при изцяло изправен ръкав вятъра е над 40 възли ( 20м/с).



фиг115



фиг116

В метеорологията вятъра се дава от посоката от която духа спрямо магнитния север. За илюстриране и запис на метеорологичните карти се изобразява със символ - дълга черта за посоката и къса за скоростта.

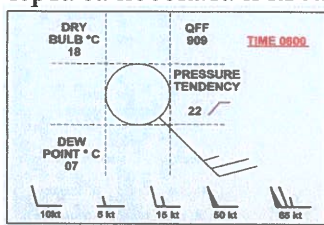


Figure 11.2. Surface Wind Indications on the Station Circle

фиг 117 символично изобразяване на вятъра.

Хоризонталния вектор на вятъра представляващ посоката и скоростта може да бъде разложен на ортогоналните си компоненти по посоката на ПИК – страничен и гръбен.

На фиг118, фиг.119 и фиг.120 се илюстрира разлагането на вятъра на компоненти: - навигационен триъгълник.

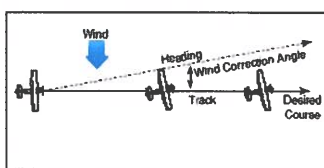


Figure 14-15. Establishing a wind correction angle that will counteract wind drift and maintain the desired course.

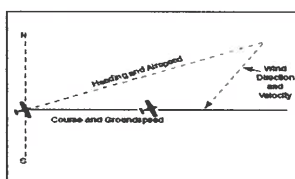


Figure 14-17. Principle of the wind triangle.

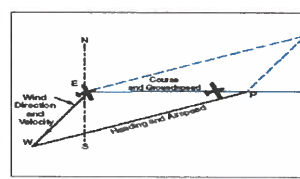


Figure 14-18. The wind triangle as is drawn in navigation practice. Dashed lines show the triangle as drawn in Figure 14-17.

В граничния слой на атмосферата вятърът съществено се изменя през денонощието. През лятото при високи температури приземният въздух се нагрява и до височина около 1 км се набл'дават значителни температурни градиенти. Усилва се турбулентния обмен между долните по-бавно подвижни слоеве и горните по-бързо подвижни и в резултат вятъра се усилва. Фиг.121 и фиг.122 - и най-малката температурна разлика поражда вятър. Нощем поради охлаждане на приземния слой се образува инверсия , турбулентния обмен се прекратява и вятъра намалява.

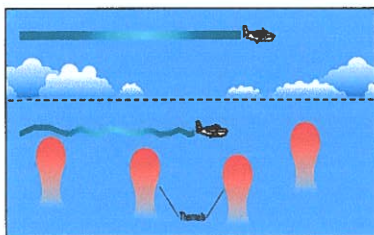


Figure 10-12. Convective turbulence avoidance.

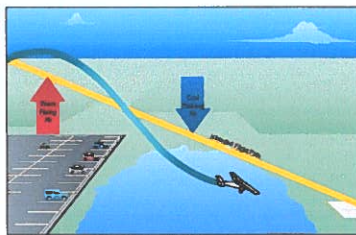


Figure 10-14. Currents generated by varying surface conditions.

фиг.121 и фиг.122

През зимата и ранна пролет, температурните инверсии имат голяма вертикална мощност и не се рушат лесно, скоростта на вятъра остава малка, но видимостта е намалена най-често от гъста димка или мъгла. В горните слоеве се наблюдава обратен ход на скоростта и максимум окло обяд – 13-14 часа.

**11.7 Амплитудата на вятъра** може да достигне в денонощието 4-5м/сек. Лете и в ясни дни амплитудата на вятъра е по-голяма, докато зиме и в облачни дни намалява. Голяма амплитуда се наблюдава на линията на приземните фронтове. Честите и значителни изменения на вятъра налагат да се правят осреднения. Периодът на осреднение на данните за вятъра за различни цели различен. Например данни за вятъра предназначени за излитане и кацане се осредняват за 2 мин. Докато за метеорологичните съобщения разпространявани в района на летището осреднението за вятъра е на 10 мин. Данните за вятъра трябва да са представителни за оперативния район за който са предназначени. За излитане и кацане и по-конкретно зоната на приземяване и отлепване е важен вятъра на височина 6-8 м над ПИК. Затова ветромера се поставя на 10 метрова мачта близо до точката на опиране - TDZ. Данните от автоматичните датчици за измерване на вятъра се обновяват на 1-5 секунди, но се изчисляват средни двуминутни стойности за излитане и кацане на всеки 10 - 60 сек. За редовните съобщения METAR/SPECI се осредняват и изчисляват оперативно значимите екстремни стойности на вятъра – минимални и максимални компоненти, особено ако средните са над 5м/сек и тези екстремни стойности ги надвишават с повече от 5м/сек. Така се отчитат поривите на вятъра, които могат да имат огромно значение в процеса на кацане. На долната фиг. 123 е даден пример за силен низходящ поток от Св, наречен down burst, микропориви (до 5 мин. период на проява и скорост до 10 кт) и макропориви ( над 5 – 7 мин. и над 10 - 20 кт скорост на вятъра), който може да затрудни всякакъв самолет при кацане или излитане. При значителна разлика в посоката и скоростта се наблюдава явление наречено „срез на вятъра” – значителна разлика в посоката и/или скоростта по вертикала и хоризонтала. Известен е хоризонтален срез (разлика в скоростта в kt на 1000ft) и вертикален срез (разлика в скоростта в kt за 100ft) на вятъра.

Фиг.123 микропориви от Св и

фиг.124 турбулентност при обтичане

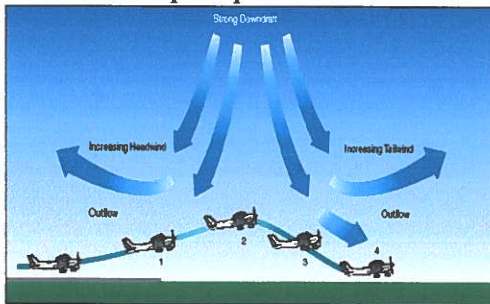


Figure 10-17. Effect of a microburst wind.

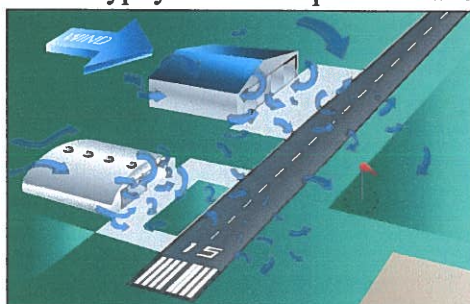


Figure 10-15. Turbulence caused by manmade obstructions.

От фиг.124 се вижда, че всяка сграда създава турбулентност и променя вятъра.

## МЕТЕОРОЛОГИЧНА ИНФОРМАЦИЯ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

### 1. АЕРОНАВИГАЦИОННИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ НАБЛЮДЕНИЯ И ИЗГОТВЯНЕ НА СВЕДЕНИЯ ЗА ВРЕМЕТО

#### 1.1. Наблюдения за времето на летищата.

Независимо колко добре са оборудвани самолетите и летищата, а също и колко добре са обучени пилотите, има такива метеорологични условия и екстремни стойности на елементите, че се налага отлагане или даже отмяна на полетите. За да се избегнат закъснения, загуби на време и средства за авиационните оператори, са създадени метеорологични служби – ЛМС и МСС. Проследяването на развитието на времето и предсказване на еволюцията на процесите е основна задача за летищните метеорологични служби – ЛМС, а проследяване на условията за полети по маршрутите са предмет на Метеорологичните служби за следене - МСС.

#### 1.2. Изготвяне на метеорологични сведения за летищата:

За да се осъществи еднакво обслужване, международните организации създават единни правила и формати, така че навсякъде по света един пилот да получи (по възможност) данните за времето в еднакъв формат и кодирани по един и същи начин. Като погледне едно авиометеорологично съобщение, пилота да е в състояние да декодира информацията и тя да бъде разбираема за всички. За осъществяване на целта се създава еднаква организация за наблюдение, изготвяне, формат и разпространение на метеорологичната информация. За наблюдение и обмен на данни са подбрани тези метеорологични елементи и явления, които оказват съществено влияние на въздухоплаването. Особено в екстремни обстановки при гранични стойности на елементите, когато има условия за проява на опасни явления, задължително се обменят метеорологични съобщения, предупреждения и друга метеорологична информация. Данните се обменят под формата на цифри, символи и знаци, кодирани с оглед за късо време да се предаде голямо количество информация и то с необходимите подробности.

При сложни условията за полет, например при преминаване на фронтални зони или в обстановка с намалена видимост, своевременно получената информация пести време и пари на пътниците и авиационните оператори. В такива обстановки на пилота се налага понякога да избира височината на полет за да избегне силно обледенение или турбуленция. Често в условия на намалена видимост и долна граница на облаците, се изчаква докато видимостта и долната граница на летището за излитане или за кацане достигне тези стойности, при които е разрешено да се каца или излита (минимумите). Описанието на метеорологичните условия на дадено летище и очакваното развитие на времето са тези данни, които пилота използва за да осъществи навреме и при безопасни условия всеки полет.

1.1. Изисквания към вида, начина на изготвяне и количеството на информацията предоставяна на екипажите, авиационните оператори, ръководителите на полети и другите потребители се определя от няколко големи международни организации – 1. Световната метеорологична организация WMO,

2. Международната организация за гражданска авиация ICAO– ИКАО;

3 Евроконтрол – Euro control

Задължителни документи, регламентиращи дейността на метеоролозите по цял свят се изготвят от екипите на Световната Метеорологична Организация; Авиационната

метеорология има особени изисквания към типа, качеството, сроковете, начина на изготвяне и кодирането на информацията за авиацията и се контролира от ICAO, WMO и Eurocontrol; Евроконтрола следи за реда в Европа.



фиг.125 двата световни центъра за зонални прогнози

– Лондон и Вашингтон;

Огромнен екип от метеоролози по целия свят работят метеорологичната документация за авиацията да бъде точна и своевременно предоставена на екипажа преди полет. Прогностичните карти на особените явления, високите карти на температурата и вятъра по трасетата, специализираната спътникова информация, радарната мрежа, и огромните компютърни бази с данни съдържащи последната актуална информация за летищата работят денонощно. В Република България, упълномощен да извършва Аеронавигационно Метеорологично Обслужване орган от ГД ГВА е **ДП РВД**; В структурата на ДП РВД сектор **Аеронавигационно Метеорологично Обслужване** е тази организация, която е упълномощена да обслужва екипажите, авиационните оператори, ръководителите на полети, служба координация на летището и други. Три са направленията на дейност в аеронавигационните метеорологични служби за авиацията в Р.България:

1. Наблюдение на метеорологичната обстановка в границите на Р.България, над територията на летищата и 8 километровата близката зона околътях, 500м над ПИК както и метеорологичната обстановка над контролираните райони и трасетата;
2. Изготвяне и разпространение на регламентирани от вътрешните и международните организации сведения и съобщения;
3. Предоставяне брифинг, консултация и аеронавигационни метеорологични съобщения, карти, спътникова и радарна информация и прогнози на пилотите, екипажа, авиационните оператори, летищните служби;

За целта на всяко летище са организирани ЛМС, МСС и централен комуникационен център за събиране и разпространение на аеронавигационната метеорологична информация.

Основните измерителни системи валидни в национален мащаб и одобрени от ГД ГВА са следните измерителни системи и единици –

- за вятъра 1 knot = 1.9 km/h; и метра/сек. (m/s)
- За температура °C Целзиеви градуси;
- За налягане –QNH и QFE в хПа (hPa) мб(mb)
- Валидни са и стойности в мм живачен стълб;
- Видимост – в метра; ( км);
- Долна граница на облаци – Футове (100 ft) или стотици фити;

**ЛЕТИЩНИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ СЛУЖБИ**

- На 5 те международни летища в Р.България са организирани ЛМС – *летищни метеорологични служби* и само две МСС – *метеорологични служби за следене* които обслужват КР София и КР Варна.

Във всяка ЛМС се извършват непрекъснати метеорологични наблюдения на времето .Изготвят се и се разпространяват одобрените от вътрешните и международни организации редовни и специални съобщения за фактическото време и прогнози на летищата.

В ЛМС София и Варна се съвместяват задълженията и на МСС, а те са следните:

1.На РМ наблюдателен пункт се провеждат денонощно наблюдения на фактическото време и се издават редовни, специални и избрани специални съобщения

METAR/SPECI

2.На РМ Прогнози се изготвят летищни прогнози, за излитане и кацане, зонални прогнози, летищни предупреждения и предупреждения за КР:

- а) 9 и 18 часови летищни прогнози - TAF;
- б) Разпространяват се през 3 и 6 часа;
- в) Изготвят се зонални прогнози тип GAMET и национален бюлетин за полети на малки височини през 3 и 6 ч.;
- г) Летищни предупреждения – WARNINGS;
- д) Информация за състоянието на ПИК по код SNOWTAM;
- е) Предупреждения за опасни явления в КР и РПИ по код SIGMET

В зона Ц е организирано РМ “брифинг” Там се подготвя предполетната и полетна документация за екипажите; В един комплект от предполетна документация

задължително се предоставят най-малко - FL 240 и SW и

предполетен бюлетин с фактически времена и прогнози от летищата на излитане и кацане, както и резервни летища.

## 2.АЕРОНАВИГАЦИОННА ПРЕДПОЛЕТНАТА ДОКУМЕНТАЦИЯ:

Не по-рано от 1 час преди полет, командирът на екипажа или определено от него лице, посещава съответната ЛМС или МСС и получава от дежурния авиационен метеоролог папка, съдържаща регламентираната от международните органи , утвърдена и въведена със заповед на министера на транспорта у нас

### 2.1. СЪДЪРЖАНИЕ НА ПОЛЕТНАТА ДОКУМЕНТАЦИЯ

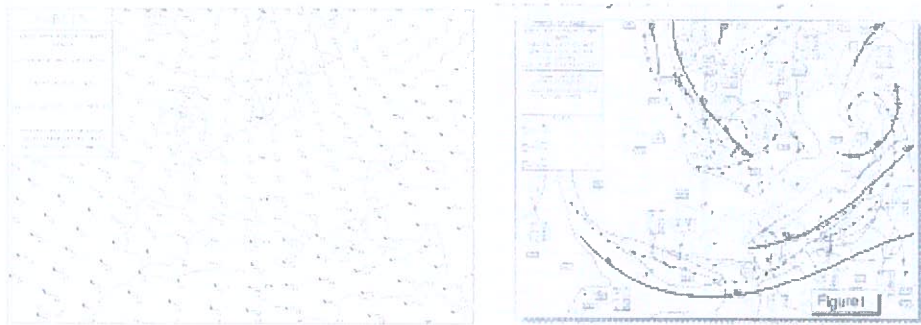
Самата папка, в която се предоставя задължителната полетна документация е подходящо изготвена, като върху нея са записани със символи, цифри и знаци много важни данни. На първата страница са записани в кодиран вид двата основни кода – METAR/SPECI и TAF, вътре са изписани полезни данни необходими при декодиране, а на задната страница е записан четирибуквения код за местоположение на летищата и най- често ползваните летища.

В папката се поставят последните валидни данни за :

#### 1. Прогностични авиационни карти:

1. за температурата и вятъра на полетните нива- FL050, FL100, FL180, FL240, FL300, FL 340, FL 390
2. за особените и опасни явления за едно от следните три нива SW L 0 -FL100; SWM100 – 450; SWH 250-650
- 3 Бюлетин с фактически времена и прогнози за летището на излитане, кацане и резервни летища по трасето;

4. Бюлетин с авиационни предупреждения SIGMET/AIRMET и SIGMET за вулканична пепел;
  5. Радарна и спътникова информация;
  6. Квалифицирана консултация и брифинг от дежурните синоптици и показ на допълнителни данни, спътникови снимки или радарни изображения.
- На фиг. 126 е дадена карта на вятъра и температурата на височината на полет;



фиг.127

На фиг. 127е дадена примерна карта на особените явления;

При изготвяне на тези карти са спазени следните правила и се използват следните символи и знаци:

Всички стойности на температурите са в градуси целзий;

Всички температури са отрицателни;

Ако температурата е положителна пред нея е изписано “ps”;

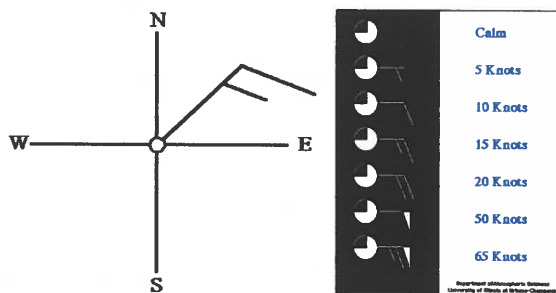
Вятъра се изобразява символично с дълга права черта насочена към центъра на кръгчето и къса под наклон от 100

Дългата черта показва посоката от където духа ;

Късите показват скоростта;

Скорост в м/сек или възли ( както е регламентирано )

Без черта – тихо



фиг.128

½ черта – 2,5м/с

1 черта – 5 м/с

4 черти 20м/с

Триъгълник - 25 м/с

Триъгълник черта 30м/с

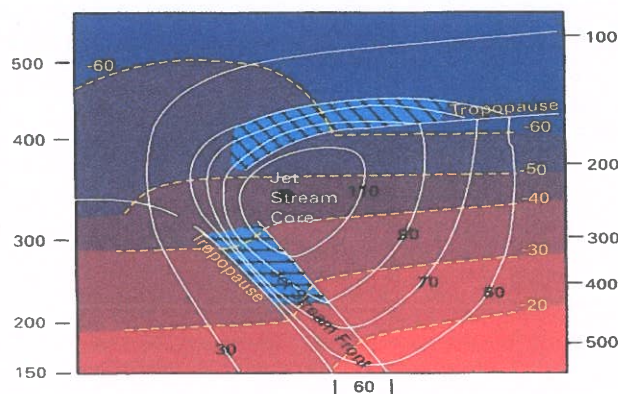
Два триъгълника 50м/с

На картата на особените явления се изобразяват следните метеорологични явления:

Струйните течения и свързаните с тях особени и опасни зони;

- Посока;
- Максимална скорост в оста на струята;

- Височина на СТ;
- Зони на турбуленция около СТ;



фиг.129

Данни за тропопаузата - това е преходната зона нагоре от която температурата променя своя ход – започва да расте с височината. задържащ слой, под който се запазва по-голямото количество влага и така се формира времето.

- Височина на тропопаузата;
- Центрове на висока и ниска тропопауза;
- Облачните зони, заедно с условията за обледенение и турбуленция в облаците и височината, на която е най-вероятно да се проявят;

Към тези карти се добавя изготвен в последния момент бюлетин с валидни съобщения от летището на кацане, на излитане и подходящо подбран набор от резервни летища. Всички данни са кодирани по код METAR/SPECI и TAF; фиг. 130

**METAR**

**Example:**

**METAR (or SPECI - special report)**

**EDDF 201955Z (AUTO - automated observations)**  
**(COR - corrected) 22015G25KT 2000 R28R/0800**  
**TSRA SCT030CB OVC040 18/16 Q1016**

**(followed by TREND forecast) BECMG TL2100 9999**  
**NSW=**

**Note:** When METAR data is missing from the body of the report it is simply omitted and the user must know the sequence to recognize this.

To help remember the sequence, think of 3Ws at the beginning - **Where, When and Wind**. This works for METAR as well as TAF.

**METAR EDDF 201955Z 22015G25KT**

**Where**

**EDDF** is an ICAO location indicator. The first two letters are identifiers for the country (region) and the two last letters are identifiers of the airport.

ВСЯКО РЕДОВНО ИЛИ ИЗБРАНО СПЕЦИАЛНО СЪОБЩЕНИЕ ЗАПОЧВА С ОПОЗНАВАТЕЛНА ГРУПА – SA/SP или METAR/SPECI ;

Тук предлагам примерно съобщение по код METAR/SPECI:

**SA, LBSF 241530Z 28010G16MPS 240V300 9999 SCT040 OVC050 05/M04 Q1006**  
**RERA WS ALL RWY TEMPO 30015G20MPS**

Може да има корекции на съобщения: първа ССА, втора ССВ;

Може да има закъснели съобщения: първо-retarded-RRA, 2po - RRB

Може да има променено съобщение: AMD amended първо AAA, AAB

Всяко съобщение започва с опознавателния:

LBSF четирибуквен индикатор за местоположение на ИКАО,където

L- квадрат, В – държава, SF град;

241530Z – дата и час на валидност- изготвя се през последните 10 минути преди срока за който е валиден и е в универсално време – Z;

Следващата е групата за вятъра – от тук започва измерване на метеорологичните елементи и явления –

2.4. методика за определяне на посока и измерване на големината на метеорологичните елементи за включване в съобщенията:

а **Група за вятъра** – ПОСОКАТА И СКОРОСТТА СЕ ОСРЕДНЯВАТ ЗА ПОСЛЕДНИТЕ 10 МИНУТИ:

28010G16 MPS, където -

- 280 СРЕДНА ПОСОКА;
- 10 СРЕДНА СКОРОСТ;
- G МАКСИМАЛНИ пориви /дават се при средна скорост над 5 м/сек осреднена за последните 10 мин и максималните пориви G/16MPS
- 240 V 300 вариации на посоката преобладаваща през първите 5 мин и вторите 5 мин. Включват се само ако разликата надвишава 60 градуса;
- Вятъра е неориентиран, ако не е възможно да се определи посоката му, а средната скорост не надвишава 2 м/сек или 5 възли;
- VRB02MPS – ако не може да се определи посоката;
- VRB12MPS - Високи скорости при неопределена посока могат да се включат– само при наличие на СВ и TS;
- Когато средната 10 минутна скорост е по 0,5м/сек, в съобщението се записва - тихо
- 00000MPS = CALM; - тихо

След изчерпване на информацията за вятъра се описва съществуващата видимост достатъчно изчерпателно, особено при ниски стойности.

**Група за видимостта** -VVVV(Dv)VxVxVxVx(Dv)

- до 500м се кодира през 50м;
- От 500 до 5000 през 100м;
- От 5км до 10 км през 1000м
- Над 10км - се изписват 9999;
- CAVOK – ceiling and visibility OK се включва:
- ако Долната граница на облаците е над 1500м или над минималната безопасна секторна височина, която за София е 2100м шифрира се при ДГО – 070,
- когато видимостта е над 10км
- и няма СВ или TCU

На фиг. 131 и фиг.132 се илюстрира видимостта определяна от местоположението на метеорологичния наблюдател на ЛКК окомерно по ориентири;фиг.131

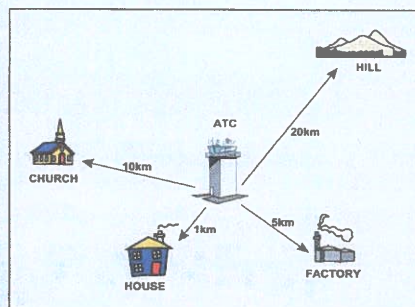
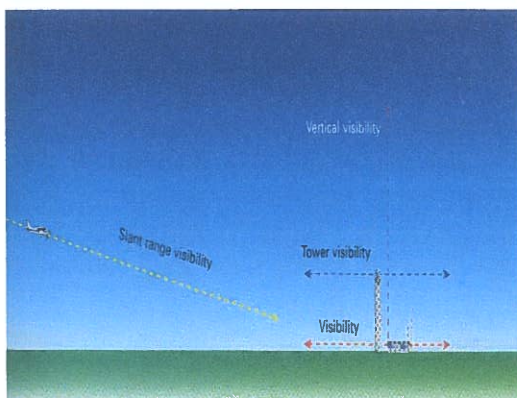


Figure 16.9 Visibility Measurement: Day

фиг.132

Видимостта се мери окомerno от 5000м до 10км и повече по ориентири; Със скетърметър се отчитат видимости от 3000м до 5000м, а задължително се използват показанията на трансисометрите за видимости под 1500м, когато се определя и RVR;

Видимостта на ПИК – RVR се изчислява по показанията на лазерния измерителен прибор за прозрачност, като двете оперативни видимости MOR – meteorological optical range и RVR – runway visual range се изчисляват. Фиг.133

**AERONAUTICAL MET MANUAL**  
- Decoding METAR/TAF and other useful MET information

**When**  
201955Z is the 20<sup>th</sup> day of the month  
201955Z at 1955 (UTC)

**Wind**  
22015G25KT is reported as a 3 digit true direction to the nearest 10 degrees.  
(Note: ATC, ATIS and airport advisory service report wind as magnetic).  
22015G25KT next is the 2 or 3 digit speed.  
22015G25KT a G comes next if the wind is gusting.  
22015G25KT followed by the 2 or 3 digit maximum speed and units (KT - knot)

The wind speed may be reported in knots (KT), kilometers per hour (KMH) or meters per second (MPS). A corresponding unit must always follow the wind speed. (Ex. 34012MPS).

00000KT for calm winds.  
IIIIKT means that no wind data are available.

**Variable wind direction:**  
Example: 22015kt 180V260 is used when the wind direction varies 60 degrees or more and the wind is greater than 6 kt.

**VRB** is used when the wind direction is variable and the speed is less than or equals 3 knots (ex. VRB03KT). VRB may be used when the wind speed is greater than 3 KT and associated with thunderstorms (ex. VRB15G25KT).



**AERONAUTICAL MET MANUAL**  
- Decoding METAR/TAF and other useful MET information

**Visibility**  
2000 means that the surface visibility is 2000 meters.  
The visibility is always reported with 4 digits in meters, the minimum sector visibility, sometimes followed by 2 letters minimum visibility direction.  
(Example: 3000SW means 3000m minimum visibility observed in SouthWest direction).

**Runway Visual Range (RVR)**  
R28R/0800 means that a mean runway visual range for Runway 28 Right is 800m.  
Following runway designators may be used: Left, Center or Right. Their adequate combination allows building runway designators of up to 5 parallel runways (LL, L, C, R, RR).  
The RVR sequence may content trend, using one of the following designators:  
D Down  
U Up  
N No change  
(Example: R28R/0800D means that the RVR tendency is down).  
Variable RVR is reported by using the designator V (Variable).  
(Example: R28R/0500V0800 means that the RVR is variable between 500m and 800m)



- RVR - видимост на ПИК се излъчва когато или видимостта и/или RVR е под 1500м;
- Измерва се с трансисометър, който мери прозрачност на въздуха при база 25м
- от 0 до 350м стойностите са през 25м
- 350 до 800м - през 50м
- 800 до 2000м - през 100м

- R27 0350V0550; MID 0800; R09 1500 – това са стойностите за видимост на ПИК от примера;
- M0050 под 50м P2000 над 2000м

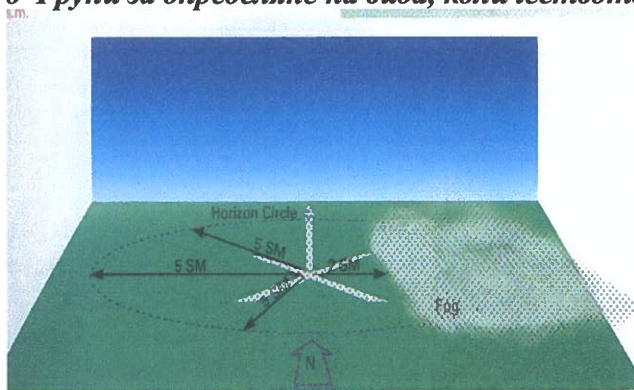
В нашия пример има само видимост и тя е добра:

**SA, LBSF 241530Z 28010G16MPS 240V300 9999 SCT040 OVC050 05/M04 Q1006 RERA WS ALL RWY TEMPO 30015G20MPS**

**Групи за метеорологичните явления в момента и в изминалия срок**

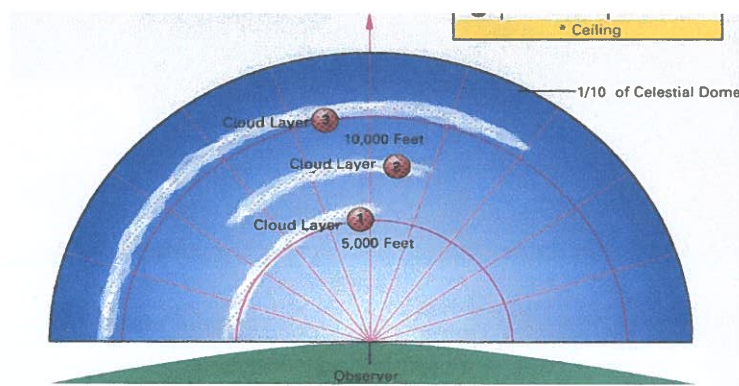
- С WW – се кодират явленията на времето в момента на наблюдението
- С W'W' – се кодират явленията през последния 1 час .
- Групата за време в момента започва с интензитета на явлениято + -
- Следват комбинации от изброените в таблицата от папката – явления – -RASN BR SHTS, SHTSGR, FZDZ, FZFG, HZ, FU

**д Групи за определяне на вида, количеството и долната граница на облаците**



фиг.134 мъгла в страни

- ОБЛАЦИТЕ СЕ КОДИРАТ ПРЕЗ 1/8 осмини – небето се разделя на 8 части
- Изброяват се най-много 3 групи, като се започва от ниските към високите.
- Четвърта група се включва по изключение когато има СВ или TCU



фиг.135 облаци

Долната граница на облаците се кодира с 3 цифри в стотици фита тук е 100 фута – 001 или 30м;

Когато има мъгла вместо долна граница се кодира вертикална видимост VV001;

Съкращенията :

SKC – SKY CLEAR –ясно небе /може да има по-малко от 1/16 та облци/;

• NSC – NO significant clouds няма облаци от оперативна значение;

CAVOK - ceiling and visibility OK се включва:

- ако Долната граница на облаците е над 1500м или над минималната безопасна секторна височина, която за София е 2100м шифрира се при ДГО – 070,
- когато видимостта е над 10км и няма СВ или TCU

**SA,LBSF 241530Z 28010G16MPS 240V300 4000 SHRA SCT040 OVC050 05/M04 Q1006 RERA WS ALL RWY TEMPO 30015G20MPS** след групата за облаците в 05 – температура;

M04 – точка на оросяване;

Q1006 – QNH налягането спрямо морско ниво; QFE - налягане на ПИК

След налягането се включват няколко важни от оперативна значение групи - 1. RERA – група за време през изминалите 30 мин; 2. следва информация за срез на вятъра (ако има такъв) и се записва сампо по 2 начина : WS ALL RWY – срез на вятъра до 500м над ПИК или на подхода по глисадата на ПИК 09; WS RWY09

Последната група е пргноза тип тенденция - тя е прдзначена за кацане на самолети на ½ час полет от София и такива, които ще летят около 1 час и по-малко - TEMPO 30015G20MPS или NOSIG – No Significant Change На фиг 136 е дадено копие от декодирането на съобщенията;

**AERONAUTICAL MET MANUAL**  
- Decoding METAR/TAF and other useful MET information

**M** The RVR may include:  
means that the reported RVR value is smaller than the value that is possible to be measured by the sensor. (ex. R16/**M0050** means that the lower limit of sensor sensitivity is 50m and the RVR is lower than 50m)

**P** means that the reported RVR value is greater than the biggest value that is possible to be reported by the sensor. (ex. R16/**P2000**)

METAR report may content one or more RVR groups.

**Significant present weather**

**TSRA** - Thunderstorms / Moderate rain.  
The format is a two character descriptor (e.g. TS, SH, DR) sometimes followed by a two character weather phenomenon (e.g. RA, SN, FG). (See abbreviation sections)

Intensity or proximity of weather phenomenon:

|         |                 |
|---------|-----------------|
| -       | Light           |
| +       | Heavy           |
| No sign | Moderate        |
| VC      | In the vicinity |



**AERONAUTICAL MET MANUAL**  
- Decoding METAR/TAF and other useful MET information

**Clouds**

**SCT030CB OVC040:** Specifies cloud amount, height, and type.  
**Scattered (3-4/8)** clouds are present at **3000ft** consisting of **Cumulonimbus** clouds and a second cloud layer - **Overcast (8/8)** at **4000ft**.

**Cloud height** is reported in hundreds of feet.  
When clouds are composed of towering cumulus (Cumulus congestus) or Cumulonimbus, **TCU** or **CB** follows the cloud height.

The clouds are categorized based on eighths (octas) of the sky:

|            |                  |
|------------|------------------|
| <b>SKC</b> | <b>Sky Clear</b> |
| <b>FEW</b> | <b>1-2 octas</b> |
| <b>SCT</b> | <b>3-4 octas</b> |
| <b>BKN</b> | <b>5-7 octas</b> |
| <b>OVC</b> | <b>8 octas</b>   |

**VV** is used when it is difficult to determine the cloud height in which case it will be reported a vertical visibility.  
Example: **VV004** means **vertical visibility of 400 ft**.

**Temperature**

**18/16 Temperature / Dew point** listed in degrees Celsius.  
When temperatures are below zero degrees Celsius, M (Minus) precedes them.  
Example: **10/M06** for temperature 10°C, dew point -6°C.

Съобщението за очакваното развитие на времето се кодира по код TAF – terminal airport forecast, Има 2 вида прогнози кодирани по код TAF – дълга и къса. Дългата е най-много с 18 часа интервал на валидност и се издава 6 часа преди началото на валидността и. Така в момента на изготвяне на тази прогноза има 24 часа до края и. Тези прогнози се използват са гълги отсечки и за долитане от голямо разстояние. На всеки 6 часа с издаване на новата 18 часова прогноза валидността на старата се прекратява и в сила влиза новата. Същите правила важат за прогнозата със срок на валидност 9 часа, като тя се обновява на всеки 3 часа и се излъчва 3 часа по-рано. Фиг137 декодиране на прогноза.

### Air pressure

**Q1016** is the QNH value (air pressure reduced at mean sea level) of 1016 hPa - hectoPascals (equals to mb - milibars). If the QNH is reported in inch mercury, Q will be replaced with **A** (ex. **A2992**).

### TREND forecast

**BECMG TL2100 9999 NSW** Means that the weather conditions are going to be better, e.g. until 21.00 the visibility is expected to become 10 km and without any weather phenomenon (**NSW** – **No Significant Weather**).

When significant changes of observed weather conditions are not expected, the TREND part at the end of the report will be replaced by **NOSIG** – **NO SIGNificant changes**.

**Note:** After reading the part of TAF reports it will be clear and easy to understand and to decode TRENDS).

### Additional groups

A METAR report may contain additional groups: For example, after the QNH (and before the TREND):  
**REFZRA** - means **Recent** significant weather of freezing rain (FZRA).  
**WS RWY34** - means occurrence of Wind Shear (observed) on runway 34.

At the end, the METAR report may contain a group of remarks that begin by **RMK (ReMarkS)** as well as give information on temperature, air pressure etc.

## TAF

TAF report contains a definitive aerodrome forecast for specific time periods.

Example:

**TAF (AMD is Amended Forecast when included)**  
**EDDF 091730Z 091818 22020KT 3000 -SHRA**  
**BKN020**  
**FM2030 30015G25KT SHRA OVC015 TEMPO 2022**  
**1000 TSRA OVC008CB**  
**FM0100 27008KT 5000 -SHRA BKN020 OVC040**  
**PROB40 0407 00000KT 1000 -RABR**  
**FM1000 22010KT 5000 -SHRA OVC020 BECMG**  
**1315 20010KT 9999 NSW SKC=**

### Important!

TAF report may be decoded very easily if we follow the same logical sequence that we found in the METAR reports. The prevailing weather conditions or the weather conditions at the beginning of the validity time period are given at the beginning of the report. The report will continue with segments to forecast changes of the weather conditions, beginning by **FM** – **from**, **BECMG** – **becoming**, **TEMPO** – **temporary** etc. The order of the MET parameters within these segments is the same as the order of the MET parameters in METARs.

**TAF**  
**EDDF 091730Z 091818 22020KT**

Кодирането и декодирането на прогнозата следва същата последователност на описание на метеоелементите както при фактическото време : започва с описание на най-вероятната очаквана посока и скорост на вятъра, следва прогноза за видимостта (MOR и RVR не се прогнозира), придружена от подходящо явление. Следват най-много 4 групи за облаците – както при METARa като четвъртата е само в случай че има Св. След като се опишат очакваните най-вероятни условия на времето, с помоща на групите за развитие – TEMPO, BECMG, FROM, AT и групата за вероятност PROB 30 (40), няколко пъти може да се опишат различни условия, като се следва очакван модел на промяна. Ако има значително разминаване между очакваното развити и фактическото задължително се издава и разпространява AMD amend пргноза, **променена прогноза**, която отменя старата и е с валидност от момента на излъчване;

### Групи за развитие:

**TEMPO** - указва очаквана промяна с вариации около фиксирана стойност на елемента в положителна или отрицателна посока, с продължителност за всяка вариация < ½ час, като целия период в който прилагаме групата е < от 1/2 на срока за валидност.

**BECMG** - указва трайна промяна с вероятност повече от 50% в положителна или отрицателна посока, като има интервал за достигане до прогнозната гранична стойност;

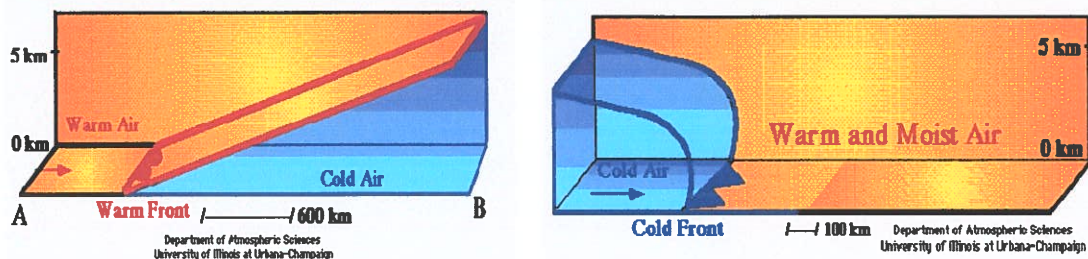
**FROM**, - указва бърза трайна промяна от фиксиран момент нататък;

**AT** – указва трайна промяна, която ще приключи във фиксиран бъдещ момент;

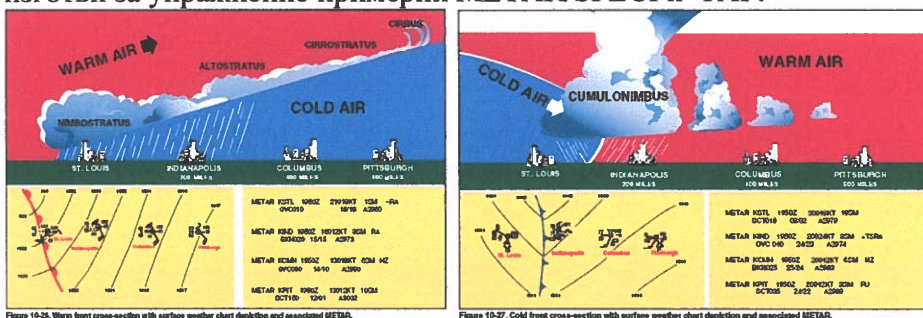
групата за вероятност - PROB 30 (40), приема стойности само 30% или 40% като първата се счита малко вероятно за проявление на явлението, а втората значителна вероятност за проявление - използва се предимно при прогноза на ниска видимост при мъгла или в случай на очакван валеж от Св.

Фиг.138 ТФ

фиг.139 СФ

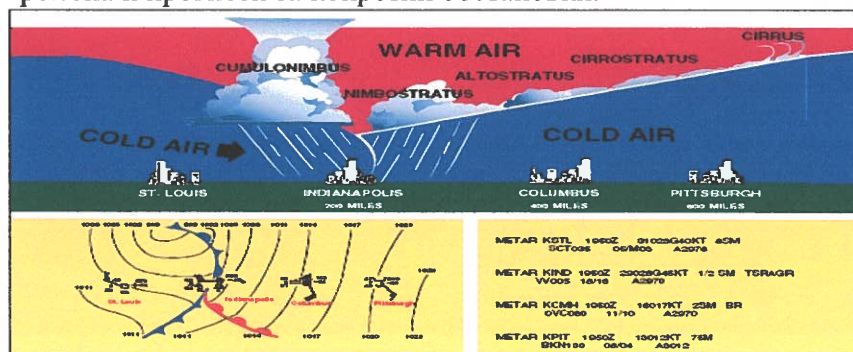


Като се използва схемата за облаците по топъл и по студен фронт, всеки може да изготви за упражнение примерни METAR/SPECI и TAF.



фиг.140

Последните три фигури 140 и фиг 141 се използват за съставяне на фактически времена и прогнози за конкретни обстановки.



фиг.141

За изготвяне на прогнозите се ползват синоптичните карти. На долната схема са показани символите и знаците за кодиране и декодиране на синоптичната информация, която дава една задоволителна картина на разпределението на налягането, температурата, облачността, вятъра и видимостта над големи територии, по които може да се предскаже развитието на времето през следващите дни.

Фиг.142 – схема на символите и знаците указващи явленията и елементите нанесени на синоптичните карти.

## 2.5 Вид и начин за използване на синоптични карти:



На една синоптична карта, около кръгчето, което се чертае на географска картна подложка, точно на съответните географски координати, се нанасят фактическите стойности на различни измерени в един и същи момент, стойности на дадени метеорологични елементи. Това са налягането, температурата, вятъра, видимостта, явленията на времето в момента и в изминалите 3 часа между синоптичните наблюдения, количеството, вида и долната граница на облаците, наблюдавани във фиксиран момент от време. Данните върху синоптичната карта се нанасят върху различни карти – територията която се разглежда е различна и в зависимост от това броят нанесени синоптични станции е различен. На карта за територията на Европа, станциите са през около 300км разстояние, докато за по-малките територии, като картата на Балканския полуостров или на територията на Р. България, станциите са по-близо – до около 50км разстояние. На тези карти изобарите, които свързват точки с еднакво налягане се чертаят през 2 мб, докато на карта Европа, линиите които се нанасят са през 5мб. Основните данни които се разглеждат на тези карти съответстват на основните барични образувания. Това са центрове на циклоните и антициклоните, областите обхванати от валежи, мъгли, гръмотевични бури, значително количество облаци, линията на приземното разположение на фронтовете и други синоптични подробности. Картите се използват за да се проследи движението на основните синоптични обекти, тяхната скорост и посока на движение. Освен приземни, чертаят се и високи карти – те се нанасят по данните от

аерологичните сондажи. На високите карти се нанасят по-малко данни – там липсва информация за облаците, но данни за налягането, температурата, вятъра и влажността се нанасят до голяма височина. С помощта на този метод – „синоптичния” се постига едновременно наблюдение на развитието на времето на обширни територии, а като се оценят физичните закономерности и тяхното влияние на еволюцията на обектите се прави анализ и прогноза, за сравнително кратък период от време. Този метод се нарича „субективен анализ”, защото анализа на една синоптична карта и изготвената по него прогноза силно зависи от способностите и познанията на съответния субект – оперативния дежурен, който прави анализа. Заедно със синоптичния метод в летищните метеорологични служби – ЛМС, се използват спътникови и радарни картини на фактическото състояние на времето. Те се наричат обективни методи за анализ или дистанционни методи за наблюдение.

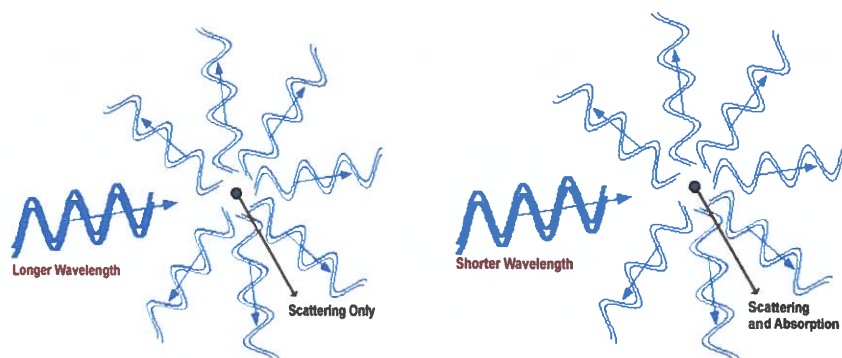
2.6. Обективни анализи. Разглеждат се моментните радарни и спътникови изображения през около 15 минути за съответните зони. Например радарното изображение на МРЛ – София покрива ефективно около 200км радиус, а МРЛ Варна 300км ефективен радиус – зони съответстващи на контролираните полетни райони – FIR Sofia и FIR Warna.

#### Радиолокационни метеорологични изображения

Метеорологичните радиолокатори представляват електронни устройства, които чрез насочено излъчване на импулс от радиовълни и приемане на отразеният сигнал, детектират дадена цел. Разстоянието се определя от времето за което електромагнитния импулс достига обекта, отразява се от него и се връща в приемника. С буквено означение се указва честотния диапазон на РАДАРА:

| Буква    | честотен диапазон | дължина на вълната |
|----------|-------------------|--------------------|
| S-band   | 2000-4000MHz      | 7,5 -15cm          |
| C-band   | 4000-8000 MHz     | 3,7 – 7,5cm        |
| X-band   | 8000-12000 MHz    | 2,5 – 3,7cm        |
| Ku- band | 12-18 GHz         | 1,7 – 2,5cm        |
| K- band  | 18-12 GHz         | 1,1 – 1,7cm        |
| Ka-band  | 27-40 GHz         | 0,7 – 1,1cm        |

Избора на дадена ДВ определя чувствителността – способността на радара да регистрира слаби цели на голямо разстояние и да откроява малки особености. Друг ефект, който се определя от ДВ е размера на РАДАРА, теглото и цената му - по-късовълновия е по-малък и по-евтин.



фиг 144. отражаемост

от радарните обекти. Зависи от дължината на вълната.

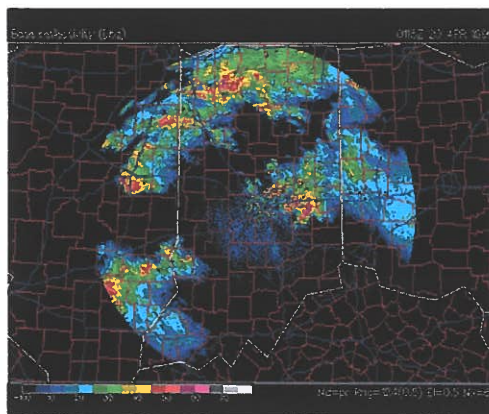
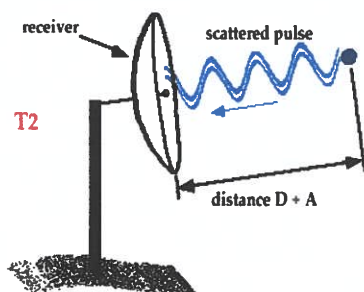
Предимство на по-голяма ДВ е по-малко поглъщане, а предимство на по-малка ДВ е че са по чувствителни. Една цел се локализира по три показателя – азимут – разположение спрямо географския север,

- височна над земята – превиишение или елевация. Разстояние от радара до целта в пределите на ефективния радиус - напр. Метеор 360АС в София “вижда” до 200км радиус. Доплеровите радари мерят компоненти на скоростта - движение “към и от”

радара - **радиална скорост**.

Когато разстоянието измерено в момент T1 и T2 се различава – обекта се движи:

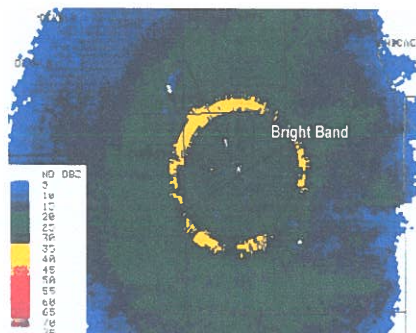
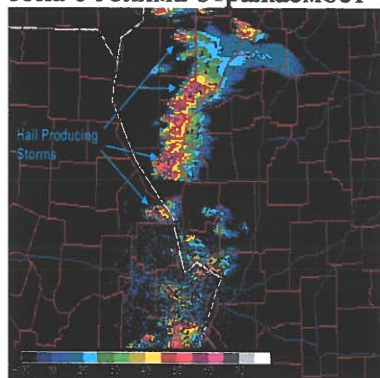
Фиг. 145 доплеров радар



фиг.146

Когато се излъчи радарен импулс и той достигне до цел – облак, дъжд, град, част от енергията се отразява и връща. Този върнат сигнал се нарича – радарно ехо или радарно изображение. Радарното ехо се различава по цвят. Градациите от цветовете дефинират вида и интензитета на облаците и валежа. Обикновено определянето на вида и интензитета на валежа само по радиоехото от радара е трудно. Например ръмеж и сняг продуцират еднакво радио ехо. На радара се проследява движението, фазата и еволюцията на фронталните и други атмосферните системи. Вертикалния разрез показва наличие или отсъствие на опасни явления-ОЯ в облаците и местоположението им. Може да се предскаже усилване или бързо затихване на явленията. По отражаемостта в децибели, изразена с цвята и яркостта на изображението се определя фазата, интензивността и еволюцията на явленията. Може да се фиксира и продължителността на явленията.

Фиг 147 отражаемост в децибели, разпределена по цвят и фиг.148 – ярка жълта зона с голяма отражаемост – отражаемост от водни капки.

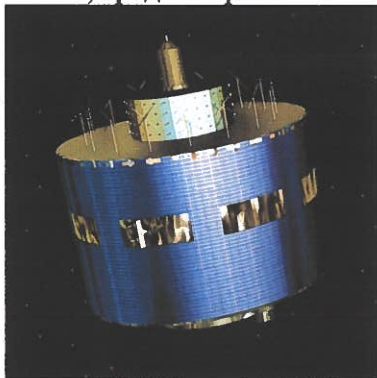


### Особености при радиолокационните изображения –

Водата има 9 пъти по голяма отражаемост от ледените кристали или снежинките. Когато се формират валежи високо в облаците под  $0^{\circ}\text{C}$  те са под формата на ледени кристали или снежинки. Когато попаднат в зона с  $T > 0^{\circ}\text{C}$ , ледените кристали и снежинките се разтопяват и се образуват капки, които имат много голяма отражаемост. Когато се отразява от водни капки при  $T > 0^{\circ}\text{C}$ , водните капки са малки, падат по-бързо и така размера на частиците и концентрацията им намалява и от там и отражаемостта. От този процес се формира жълта зона с висока отражаемост - Bright Band.

### Спътникова информация

Всички видове спътникови системи регистрират “електромагнитната радиация” – EMR, която се излъчва, отразява, пречупва и разсейва от атмосферните частици и земната повърхност в различен диапазон от спектъра на електромагнитните вълни. Тези измервания позволяват да се регистрират моментните стойности на редица физични величини в атмосферата и на земята – напр. температурата на океана, температурата на горния край на облаците, различни явления от типа на гръмотевична дейност, град или различни по вид и интензивност валежи.



фиг 149. Метеосат втора генерация – външен вид и устройство.

Има два основни вида метеоролоични спътници – в зависимост от височината. Полярни – обикалят земята по орбита от 400 – 600 км до 800-1000 км над полусите. Геостационарни – които се движат със скоростта на въртенето на земята, като са на екваториална орбита на 36 000 км. И двата типа имат своите предимства и недостатъци, но заедно дават добър резултат.

### Видове спътникови изображения - канали

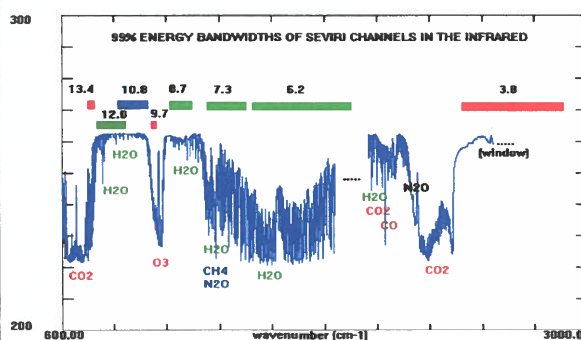
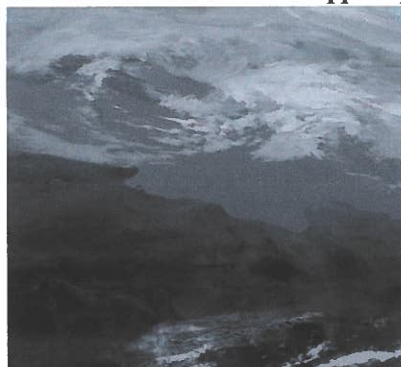
В момента се приема изображение от МЕТЕОСАТ – 7 при който има 3 канала – във видимия, инфрачервения и спектъра на водната пара:

| наименование | Дължина<br>на вълната | Приложение и явления, които се<br>изобразяват |
|--------------|-----------------------|-----------------------------------------------|
|--------------|-----------------------|-----------------------------------------------|

|       |                         |                                                                                 |
|-------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| ВИДИМ | 0.5 – 0.9<br>микрометра | Облачни системи през светлата част<br>от денонощието и албедото -<br>отржаемост |
|-------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

|             |           |                                                                             |
|-------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Инфрачервен | 10.5-12.5 | Облачността през цялото денонощие и температурата на повърхността на земята |
| Водна пара  | 5,7 - 7,1 | Показва съдържанието на влага в средната тропосфера                         |

Фиг.150 Снимка във инфрачервения спектър – предимства и недостатъци:



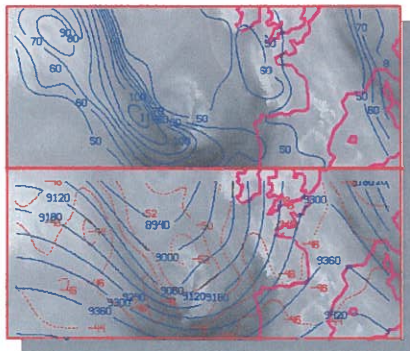
фиг151

Предимствата на изображенията в инфрачервения спектър са:

- - използва се денонощно
- -определя се температурата и SST
- -бреговата линия (и лете и зиме)
- -Сi добре се различават
- -по-лошо различава облачната текстура от колкото VIS

Спътниковите изображения се използват за анализ на обстановката

Фиг.152



Различните спътникови изображения показват различни особености от моментната обстановка, гледана от позицията на съответния спътник – по- долу изображение във видимия спектър – виждат се отчетливо фронтални облачни зони, обширни области от Св и т.н. облачни улици.

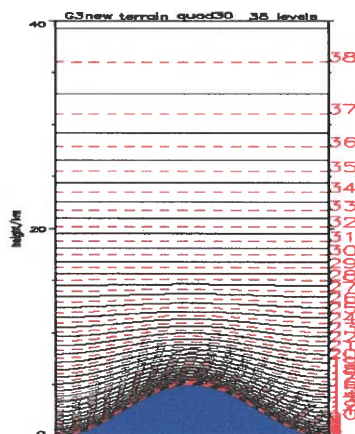


Фиг.1

Метеосат 7

#### Математически модели

- използват се тримерни и четиримерни модели за пресмятане на средни стойности на отделните елементи, които се интерполират за време и място



фиг.154 вертикална резолюция на моделите.

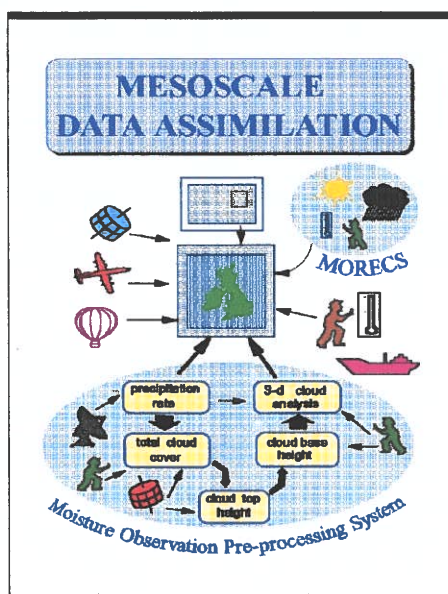
Използвани наблюдения - основен източник са синоптичните данни от приземните станции, аерологичните сондажи, летищни данни, самолетни и др. Данните се въвеждат в модела преди прогностичния период -

- 6 часа за глобалния модел
- 3 часа за мезомасщабния модел

Прави се предварителен контрол и подбор на данните въз основа на:

- Климатични средни стойности за съответния сезон или зона
- Основните теоретични закономерности и физични закони
- Наблюденията на близки станции.

Въвеждат се данните по нива като се включва всяка новопостъпила информация след контрол за точност. Данните от наблюденията се интерполират за гريد точките от мрежата. Различните видове данни имат различно тегло (принос) за модела:



фиг.155

**Променливи (метеорологични елементи) които се пресмятат от различните модели**

Началните прогностични променливи на модела са подробно пресметнати при използване на прости уравнения:

- Хоризонталната и вертикална компонента на *вятъра*
- Потенциалната *температура*
- Специфичната *влажност*
- Съдържанието на вода и лед в *облаците*
- Приземно *налягане*
- приземна *температура*
- *Температура на почвата*
- Съдържанието на *влага* във въздуха над зоната
- дебелина на *снежната покривка*

Тези данни се използват при анализа и прогнозата в различни периоди.

Получените резултати имат различен срок и валидност, има различни видове полета според разглеждания модел. Използват се следните модели:

**Глобален модел**

**Мезомашабен модел,**

**Локални зони и характерни области за различни части от земната повърхност.**

Фиг . 156 е даден резултат от Global model с прогноза за валежите

