

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА-

- ЭТО СТЕПЕНЬ
НАГРЕТОСТИ ВОЗДУХА

температура

- Характеризует тепловое состояние,
- среднюю кинетическую энергию движений воздуха



- Влияние температуры на летно-технические характеристики ВС;
- Изменение температуры во времени и пространстве;
- Связь температуры воздуха с метеорологическими явлениями и величинами, влияющие на деятельность авиации



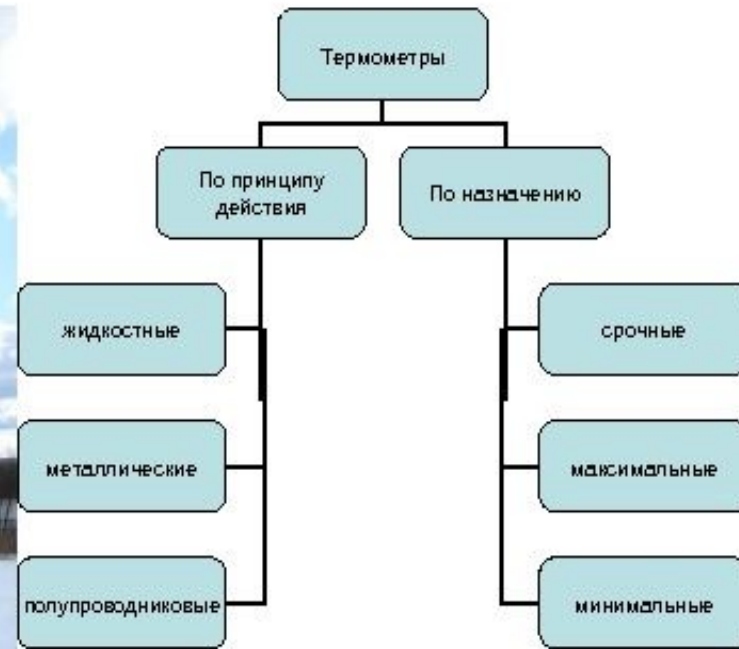
Физические характеристики атмосферы

Состояние атмосферы определяется рядом физических характеристик (параметров). Основными из них являются температура, влажность, давление, плотность воздуха.

Температура воздуха – характеристика теплового состояния равная средней кинетической энергии движения молекул и атомов, составляющих воздух [$^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{K}$].

Для измерения температуры применяются термометры.

Для непрерывной записи температуры воздуха используются суточные и недельные термографы.

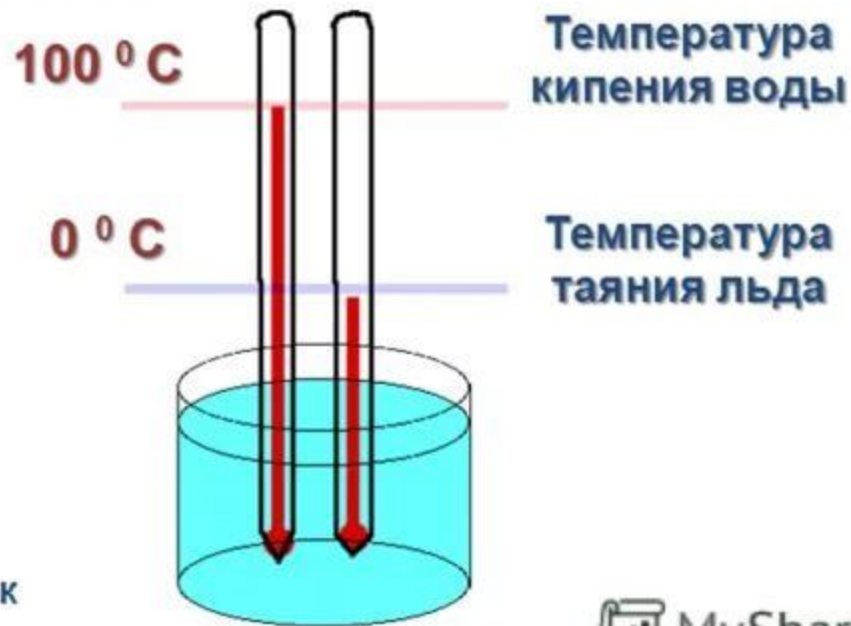


Шкала Цельсия

1742 год – шведский физик и астроном шведский физик-астроном Цельсий изготавливает свой термометр, в котором 0 градусов - температура таяния льда, а 100 градусов - температура кипения воды при нормальном давлении. В настоящее время температурная шкала Цельсия является наиболее употребительной.



Андерс Цельсий
шведский астроном, физик
(1701-1744)



Современные термометры

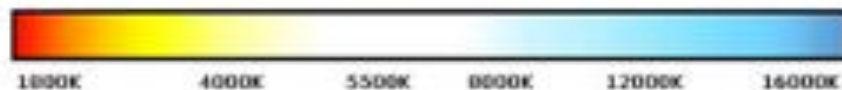
Термопары – приборы для измерения температуры



Большой температурный диапазон измерения: от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$



Инфракрасный термометр



Температура стали	
550	
630	
680	
740	
770	
800	
860	
900	
960	
1000	
1100	
1200	
1300	



Термометр на терморезисторе

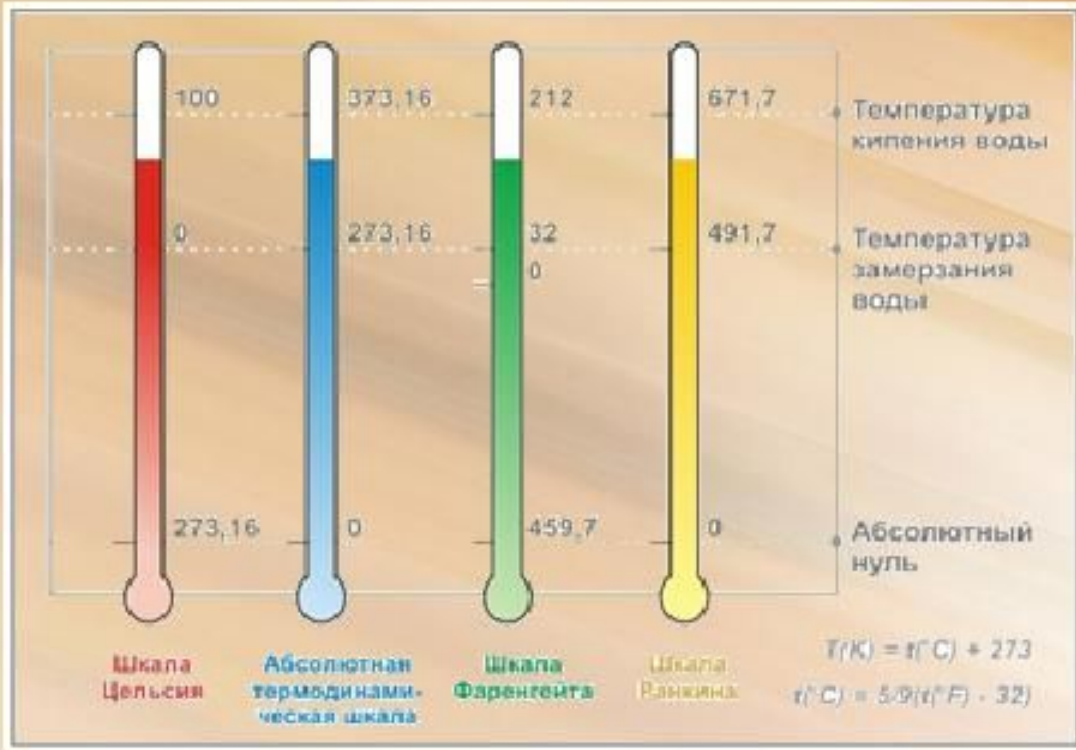


Биметаллический термометр

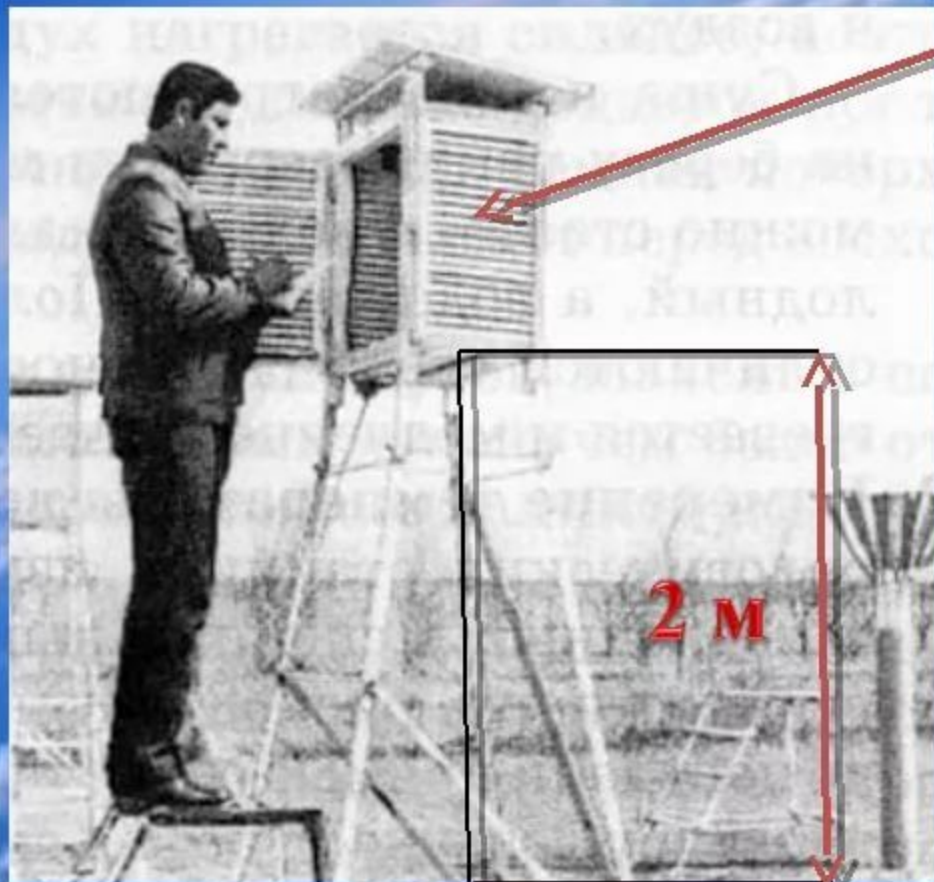


Прибор для измерения температуры создан давно и его назвали термометром

Существует много температурных шкал



Измерение температуры воздуха



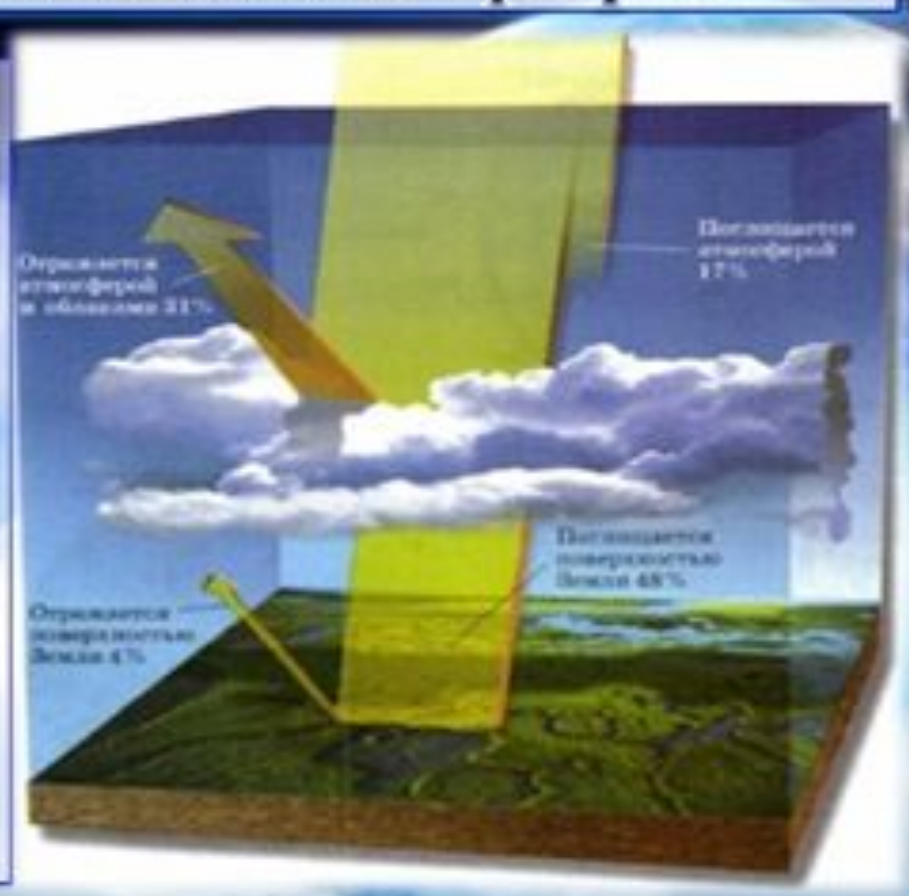
➤ термометр помещают в специальную будку

➤ будка с термометром находится на высоте 2 м от поверхности земли

➤ будка нужна для того, чтобы на термометр не попадали прямые солнечные лучи

Как нагревается земная поверхность и атмосфера

☀ Солнце излучает огромное количество энергии. Однако атмосфера пропускает к земной поверхности только половину солнечных лучей. Часть их отражается, часть поглощается облаками, газами и частицами пыли.





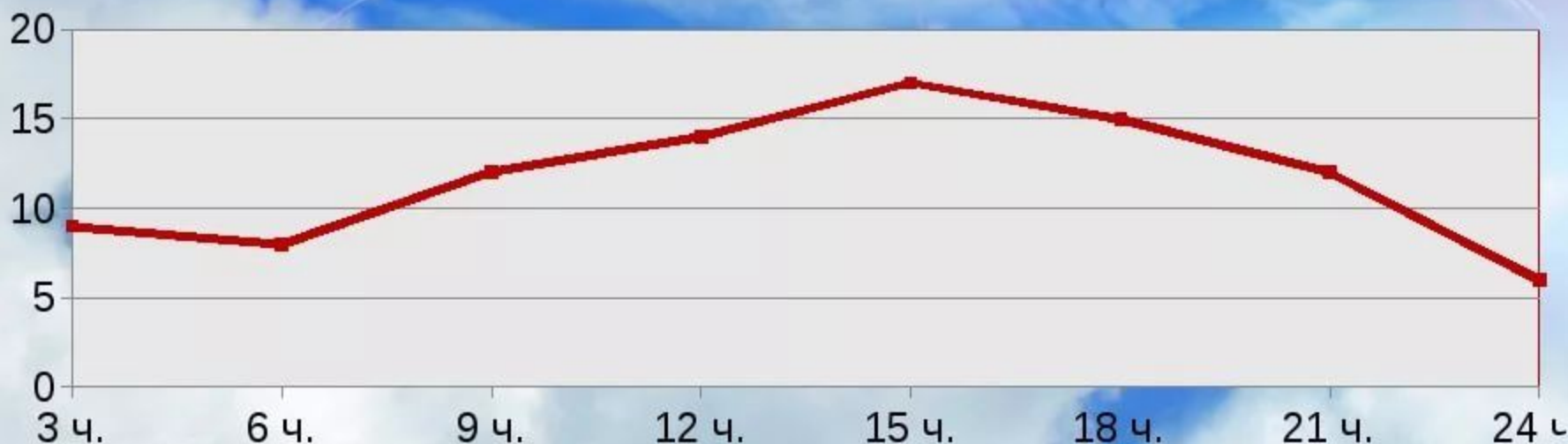
Конвекция

- Конвекция - это естественный перенос тепла от нагретых поверхностей, за счет движения воздуха, создаваемого архимедовой силой

- Периодические изменения погоды — это изменения, обусловленные суточным и годовым **Периодические изменения погоды — это** изменения, обусловленные суточным и годовым ходом метеорологических величин, т. е. изменения, зависящие от суточного и годового вращения Земли.
- **Непериодические изменения погоды** — это изменения, обусловленные переносом воздушных масс. Они нарушают нормальный суточный и годовой ход метеорологических величин, т. е. уменьшают или даже перекрывают периодические изменения погоды.

Изменение температуры во времени

В течении суток самая высокая температура воздуха в 14 часов дня, а самая низкая температура воздуха за 1 час до восхода Солнца.



Изменение температуры воздуха

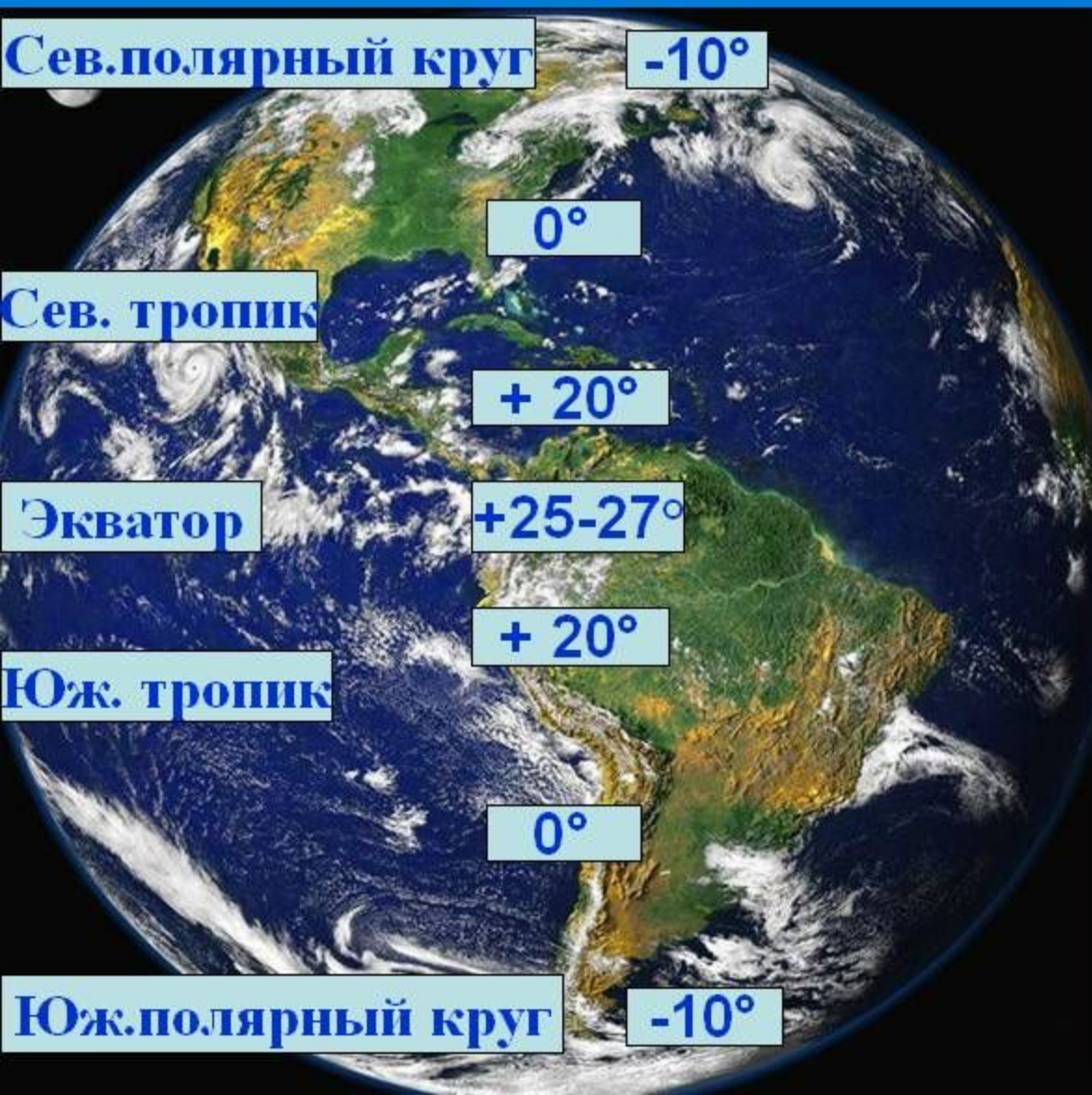
- в течение суток (среднесуточная)

- в течение месяца (среднемесячная)

- в течение года (среднегодовая)



Средние годовые температуры воздуха на Земле

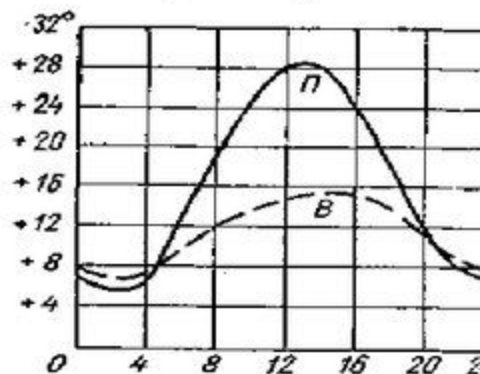


Зависимость температуры воздуха от географической широты

Суточный и годовой ход температуры на поверхности почвы

Суточный ход

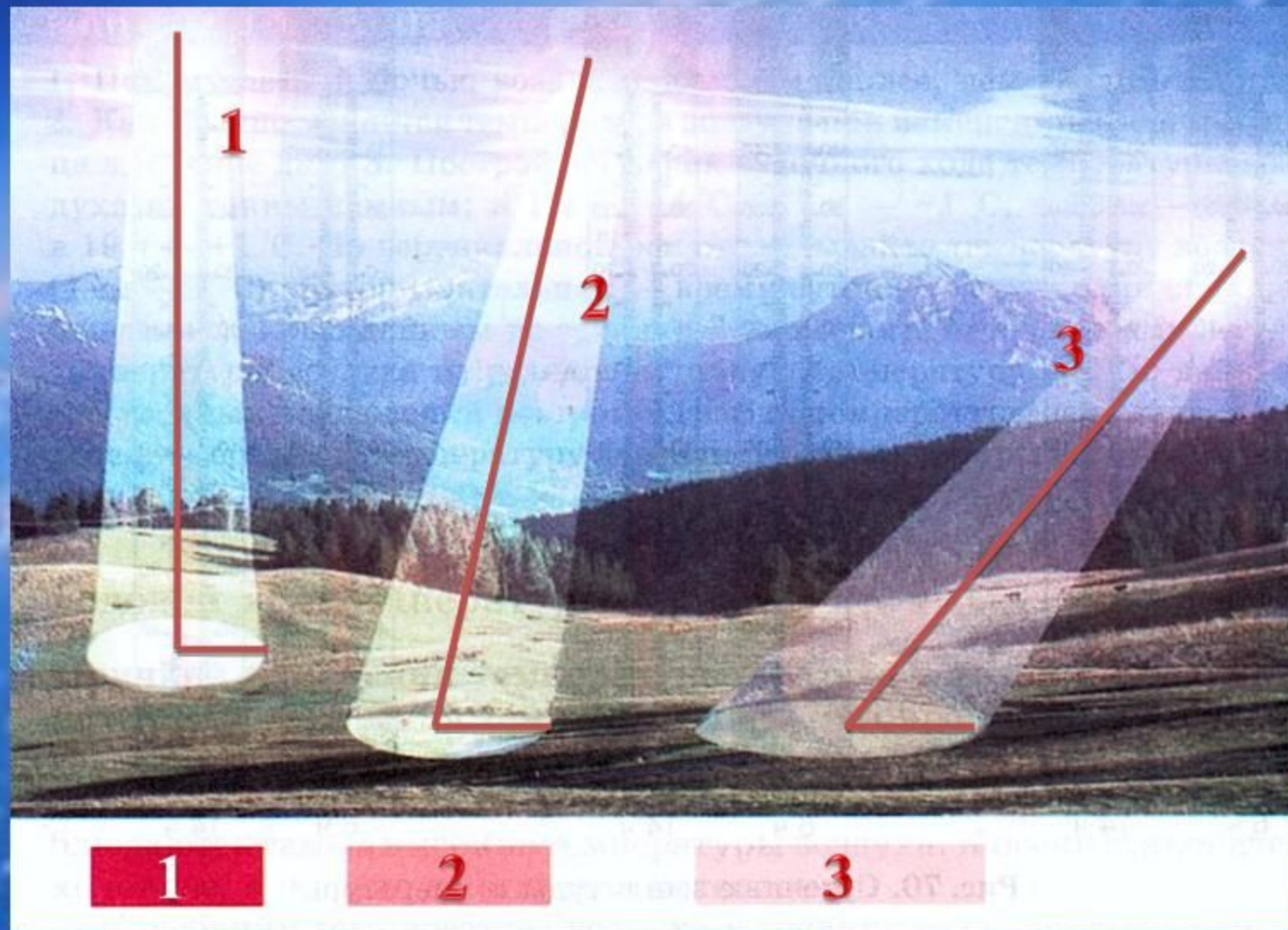
- **Максимум** – 13⁰⁰ – 14⁰⁰ (в умеренных широтах летом в ясную погоду может достигать +50 ... +60°C, в тропиках – до +80°C);
- **Минимум** – через 0,5 часа после восхода Солнца (в умеренных широтах даже летом в ясную погоду может опускаться до 0°C);
- **Амплитуда:** суточная амплитуда температуры на поверхности почвы примерно в 2-3 раза больше, чем на высоте метеорологической будки (2 м), **зависит от следующих факторов:**
 - Географическая широта (уменьшается от тропиков к полярным широтам);
 - Сезон года (летом больше, чем зимой);
 - Облачность (в ясную погоду больше, чем в пасмурную);
 - Экспозиция склона (на южных больше, чем на северных);
 - Растительный покров (снижает амплитуду);
 - Тепловые свойства почвы (над темными и каменистыми почвами амплитуда увеличивается).



Годовой ход

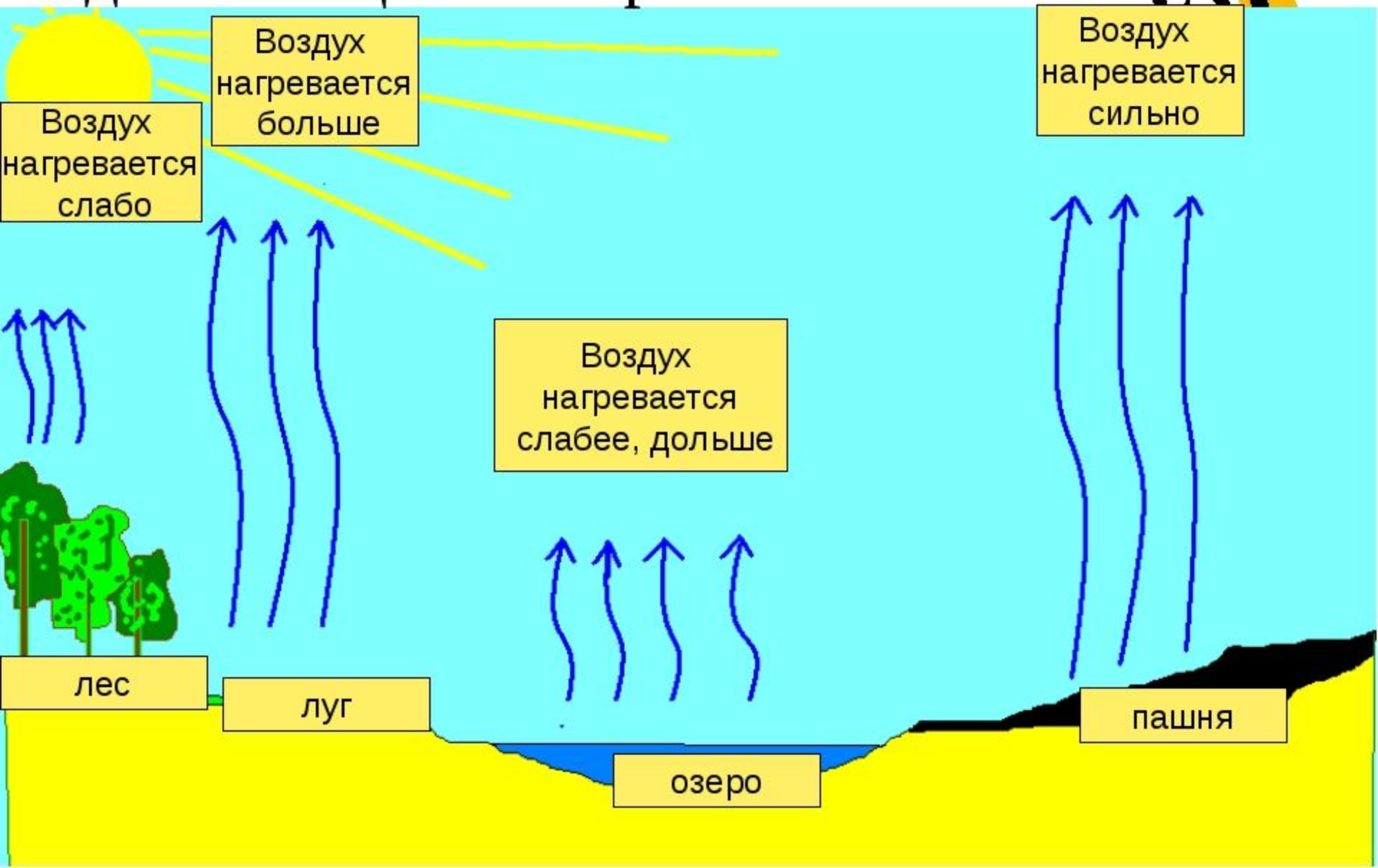
- **Максимум** – в июле (в северном полушарии, исключение – экваториальные субэкваториальные широты);
- **Минимум** – в январе (для северного полушария, исключение – полярные широты);
- **Амплитуда:** годовая амплитуда температуры зависит от тех же факторов, что и суточная, за тем исключением, что от экватора к полюсам она увеличивается (2 –

Колебания температуры воздуха в течение суток зависят от угла падения солнечных лучей.

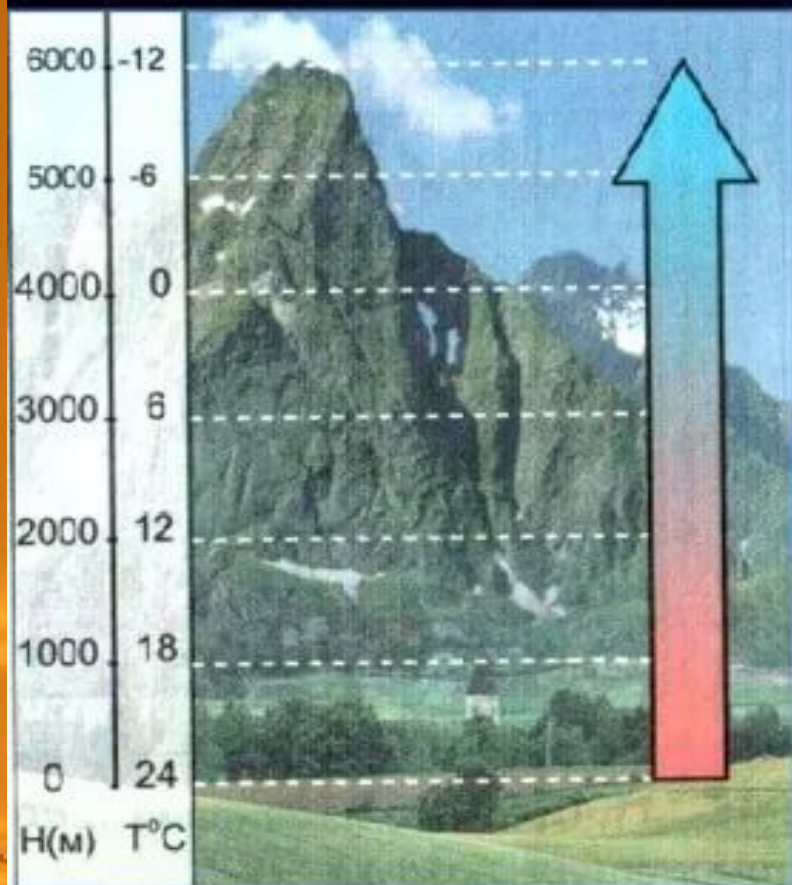


Чем более отвесно падают лучи, тем сильнее нагревается земная поверхность.

Температура воздуха зависит от типа подстилающей поверхности



Изменение температуры с высотой



Правило №2:

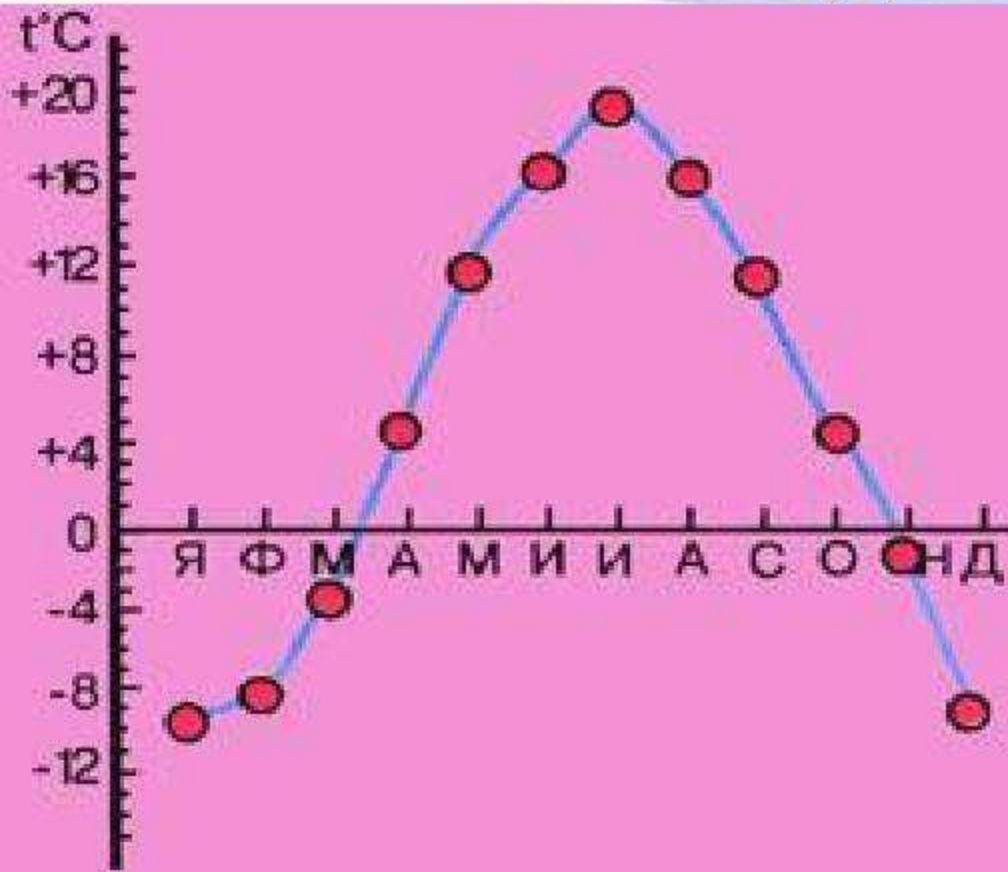
- при подъеме над поверхностью Земли температура воздуха в тропосфере понижается на 6°C на каждом километре подъема.

Видеопортал

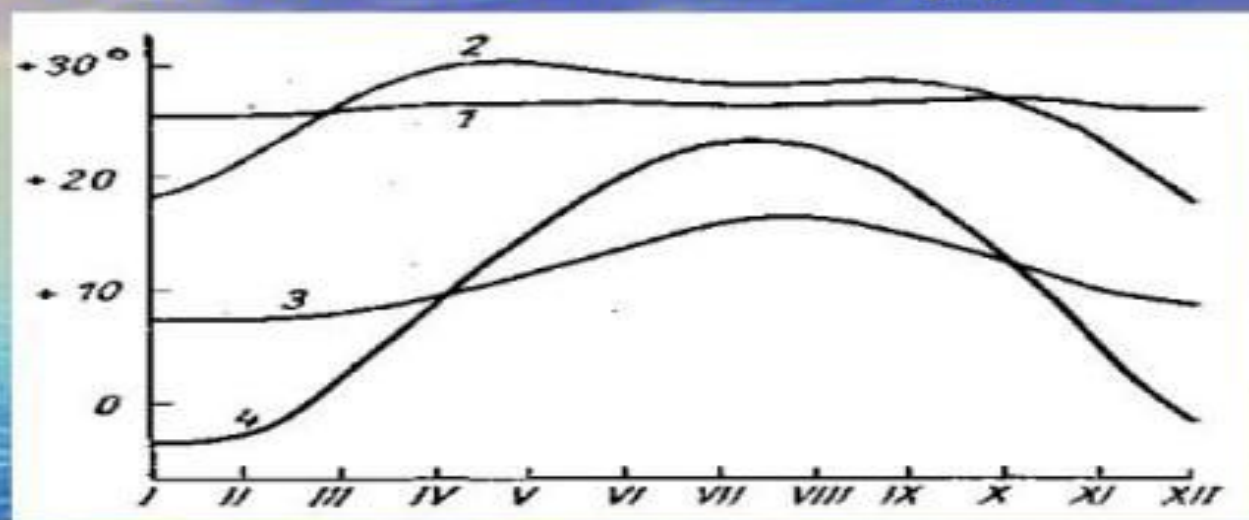
web



ГОДОВОЙ ХОД ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА



ТИПЫ ГОДОВОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА



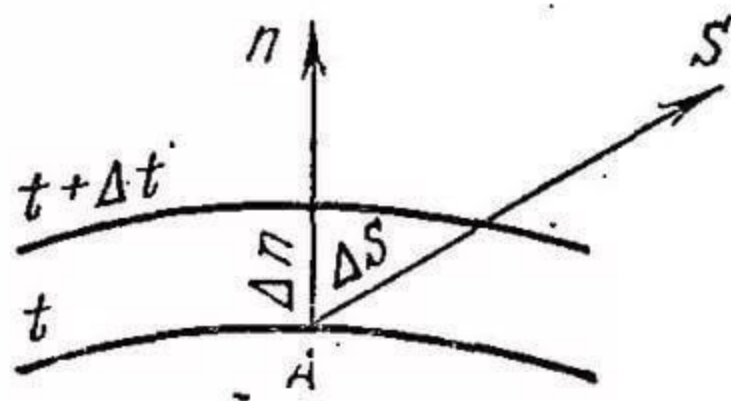
- 1 — экваториальный (Джакарта),
- 2 — тропический в области муссонов (Калькутта),
- 3 — морской в умеренном поясе (Силли, Шотландия),
- 4 — континентальный в умеренном поясе (Чикаго).

Ppt4WEB.ru

web

Градиент температуры

- Градиент температуры - это вектор, нормальный к изотермической поверхности и направленный в сторону возрастания температуры. Численно градиент температуры равен производной от температуры по нормали к поверхности:



$$\text{grad}t = \lim\left(\frac{\Delta t}{\Delta n}\right) = \frac{dt}{dn}$$

В зависимости от причин образования различают:
радиационные
адвективные
сжатия или оседания
фронтальные



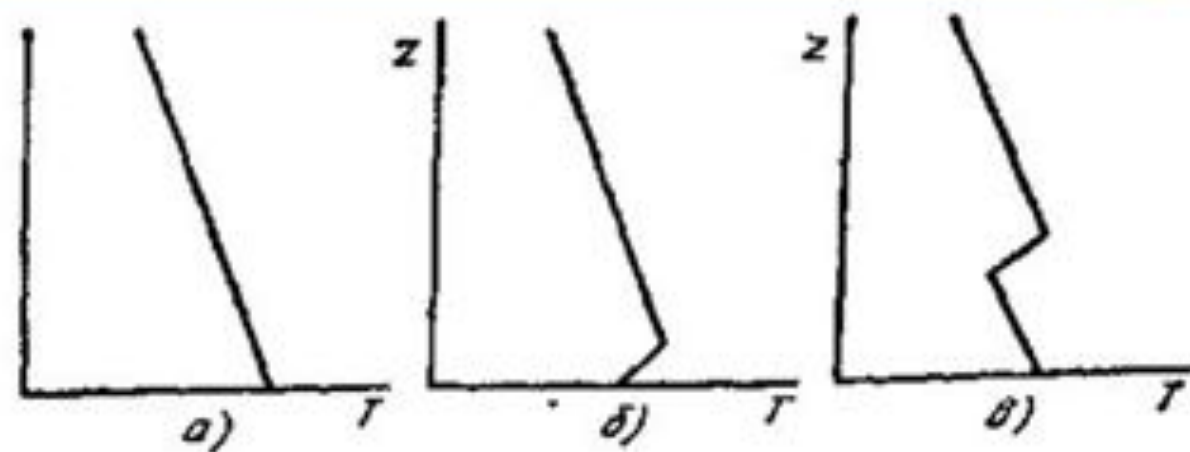
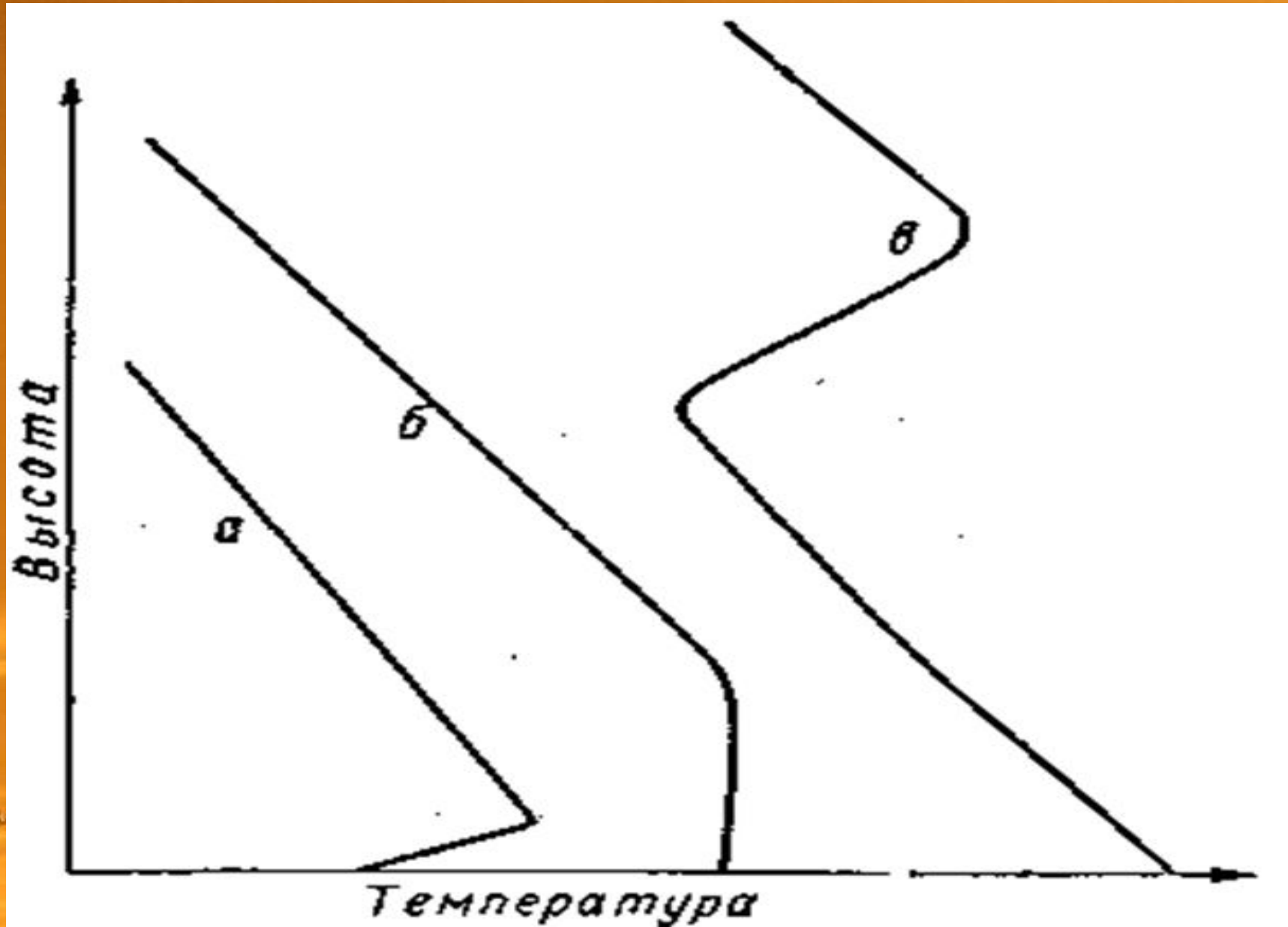
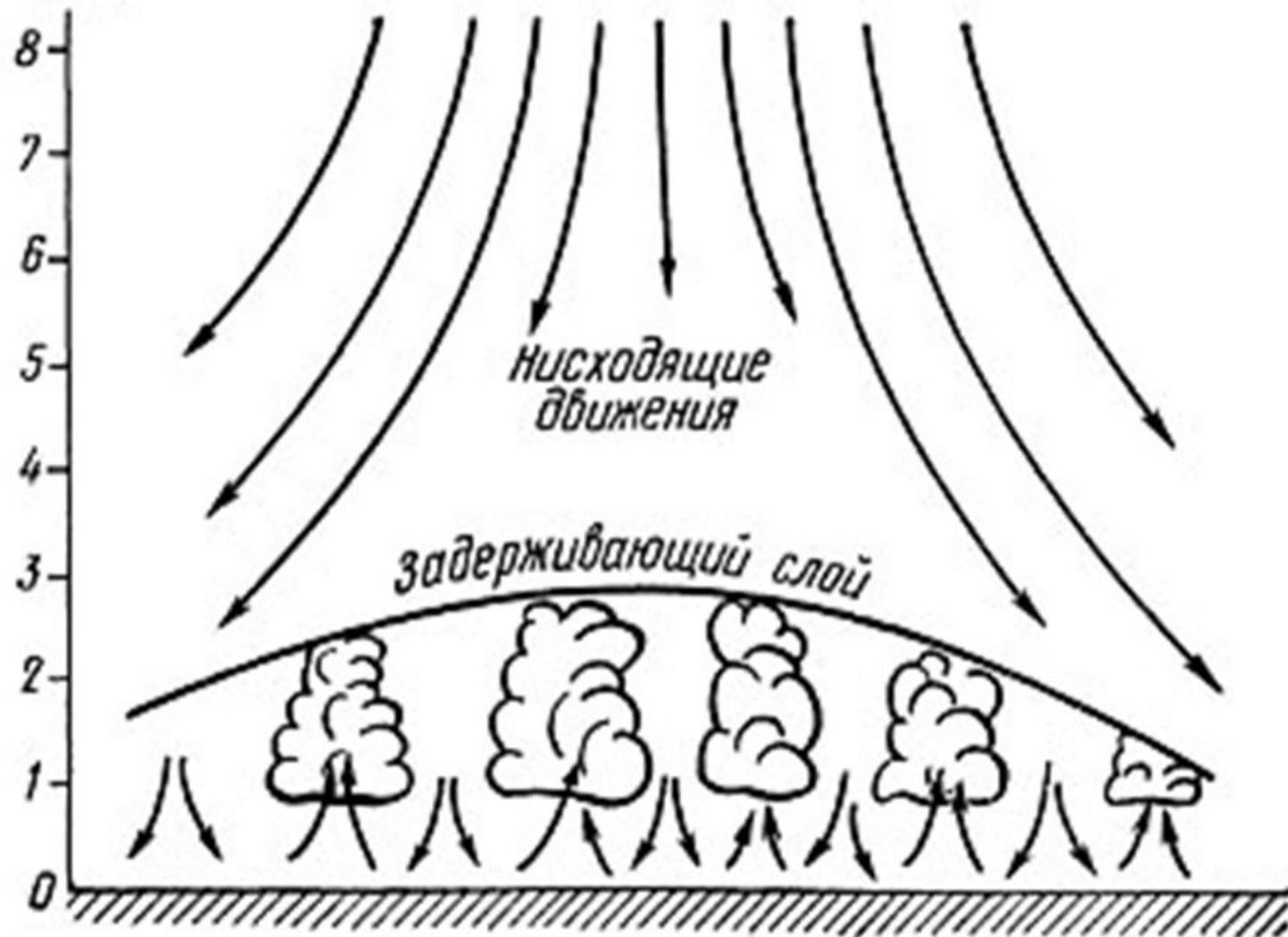


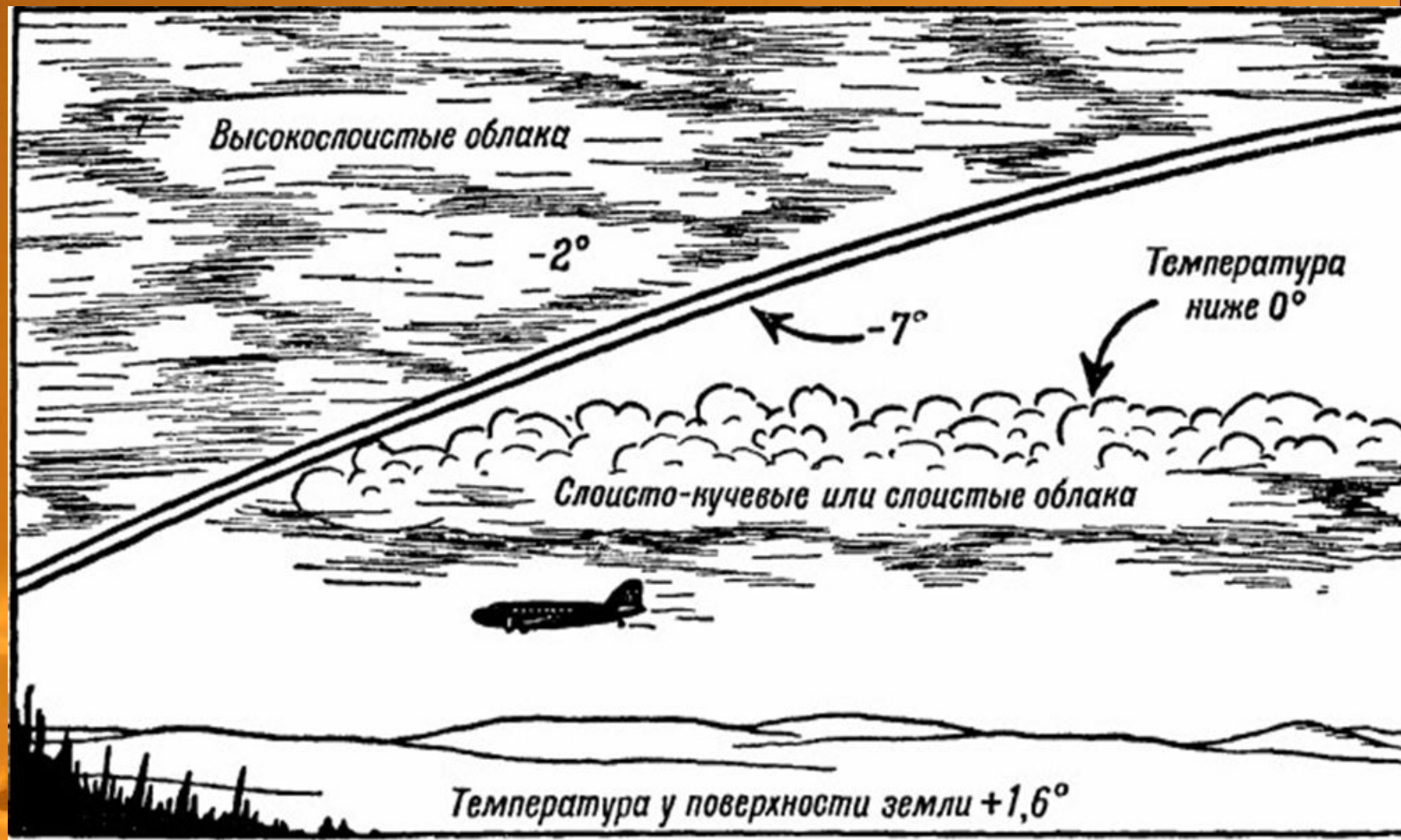
Рис. 13.13. Образование радиационной инверсии:
 а — ночью; б — в 10 ч утра; в — в полдень





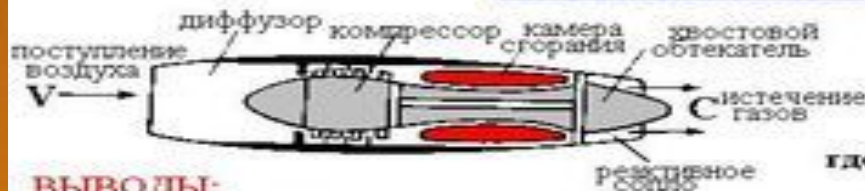
Высота
в км





ЗАВИСИМОСТЬ АВИАЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И СИЛА ТЯГИ ДВИГАТЕЛЕЙ



$$P = k \cdot G (C - V);$$

P - располагаемая сила тяги; k - коэффициент;
 G - расход топлива; C - масса истекающих из сопла газов;
 V - масса поступающего воздуха; $V = f(\rho)$; $\rho = f(t, P)$.

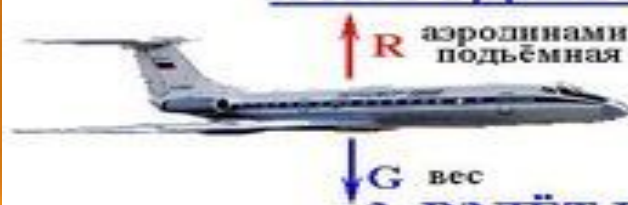
где: ρ, t, P - соответственно: плотность, температура и давление окружающего воздуха.

ВЫВОДЫ:

- * при **УВЕЛИЧЕНИИ** температуры воздуха: сила тяги **УМЕНЬШАЕТСЯ!**
 (требуется большая длина ВПП для разгона и торможения)
- * при **УМЕНЬШЕНИИ** температуры воздуха: сила тяги **УВЕЛИЧИВАЕТСЯ!**
 (требуется меньшая длина ВПП для разгона и торможения)

Для $\Delta t_{сут}$: до $\pm 2\%$ от длины ВПП
 Для $\Delta t_{год}$: до $\pm 11\%$

2. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОДЪЁМНАЯ СИЛА



$$\Delta V = 0,5 V \frac{\Delta t}{t};$$

Изменчивость ΔV в зависимости от t :

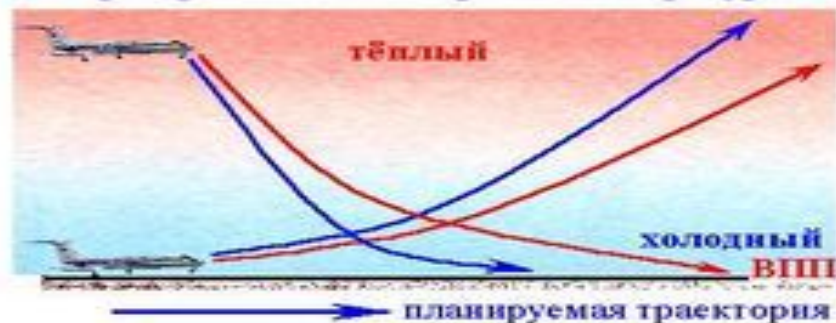
V - потребная воздушная скорость для сохранения равновесия
 $R = G$ в полёте

На шельоне: до ± 50 км/час

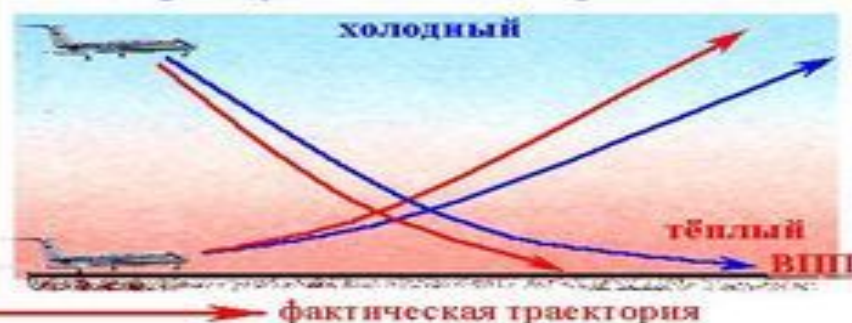
На ВПП: Для $\Delta t_{сут}$: до $\pm 2\%$ от длины ВПП
 Для $\Delta t_{год}$: до $\pm 11\%$

3. ВЗЛЁТ И ПОСАДКА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ

3.1 При приземной инверсии температуры



3.2 При неустойчивости в приземном слое



Влияние физических параметров атмосферы на дозвуковые ЛА

Длина разбега реактивного самолета с учетом изменения плотности воздуха выражается следующей приближенной формулой:

$$L_{разб} = \frac{L_{проб.ст.}}{\Delta^3}$$

$L_{проб.ст.}$ - длина разбега в стандартных условиях;
 Δ - относительная плотность воздуха, равная отношению фактической плотности воздуха к стандартной.

Посадка самолёта также зависит от атмосферных условий. Посадочная скорость выражается формулой:

$$g_{пос} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot R \cdot T}{C_{y_{пос}} \cdot S \cdot \rho}}$$

Из выражения видно, что чем выше температура воздуха, тем больше должна быть посадочная скорость самолёта. Изменение длины пробега по сравнению со стандартной выражается следующим образом:

$$L_{проб} = L_{проб.ст.} \cdot \frac{T}{T_{ст}} \cdot \frac{\rho_{ст}}{\rho}$$

При превышении фактической температуры над стандартной на 10°C длина пробега увеличивается примерно на 3,5%.

Влажность воздуха - содержание водяного пара в атмосферном воздухе. Для её количественной оценки используются следующие характеристики:

Парциальное давление (упругость) водяного пара (e [гПа или мм рт.ст.]) - это та часть атмосферного давления, которая создается водяным паром. Различают фактическую упругость водяного пара e и максимально возможную при данной температуре E .

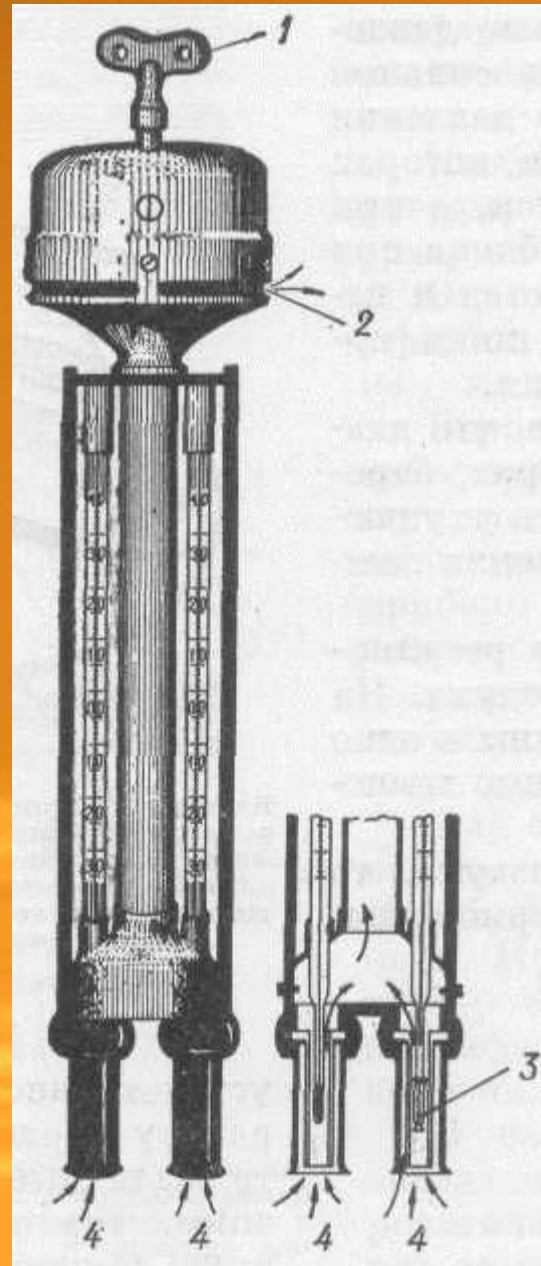
Абсолютная влажность a - масса водяного пара в граммах в 1 м^3 влажного воздуха [г/м³].

Относительная влажность f - отношение фактического давления водяного пара e к давлению насыщения E над плоской поверхностью чистой воды, выраженное в процентах [%].

Массовая доля водяного пара (удельная влажность) s - количество водяного пара в граммах в 1 кг влажного воздуха [г/кг].

Точка росы t_d - температура, при которой содержащийся в воздухе водяной пар при постоянных общем атмосферном давлении и массовой доле водяного пара становится насыщенным по отношению к плоской поверхности воды [°C].

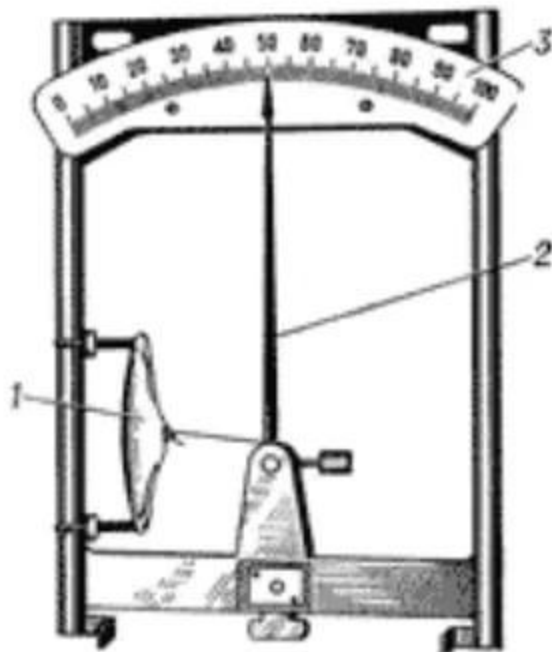
Дефицит точки росы Δt_d - разность между температурой воздуха t и точкой росы t_d

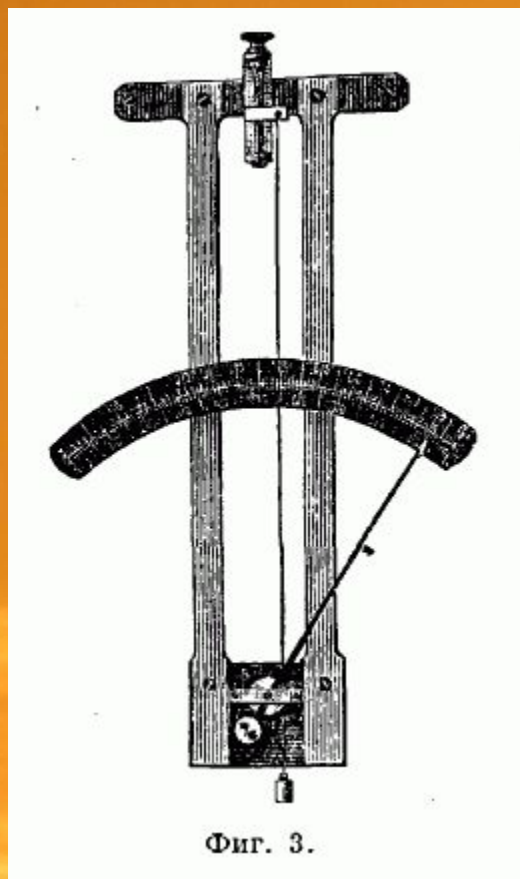


Плёночный гигрометр

Плёночный Г. имеет чувствительный элемент из органической плёнки, которая растягивается при повышении влажности и сжимается при понижении. Изменение положения центра плёночной мембраны 1 (рис. 2) передаётся стрелке 2. Волосной и плёночный Г. в зимнее время являются основными приборами для измерения влажности воздуха.

Показания волосного и плёночного Г. периодически сравниваются с показаниями более точного прибора — психрометра, который также применяется для измерения влажности воздуха.





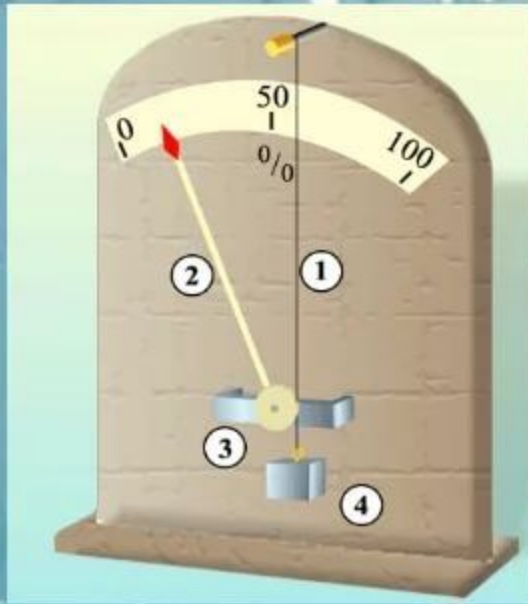
Фиг. 3.



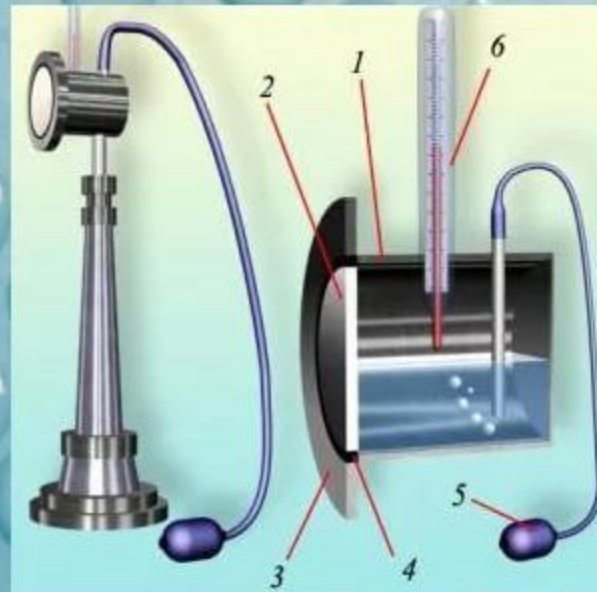
Приборы для определения относительной влажности воздуха

Задание. Определите название прибора

Волосной
гигрометр



Конденсационный
гигрометр



Психрометр

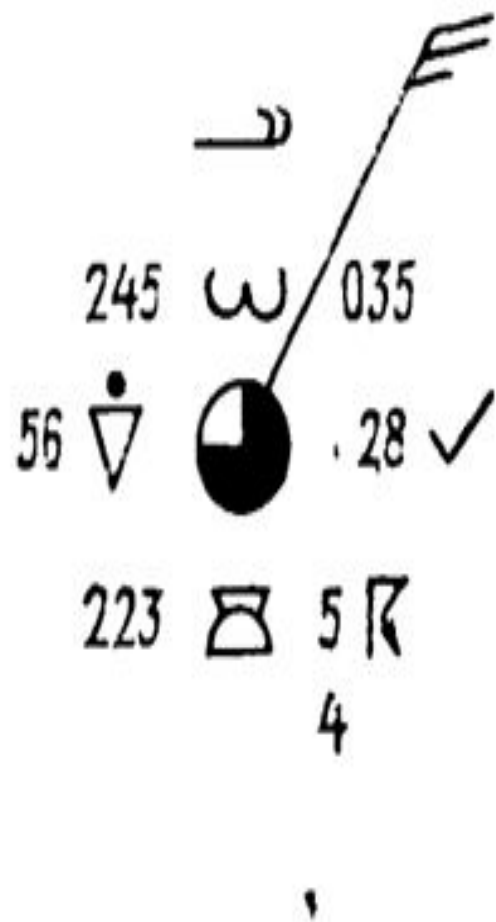
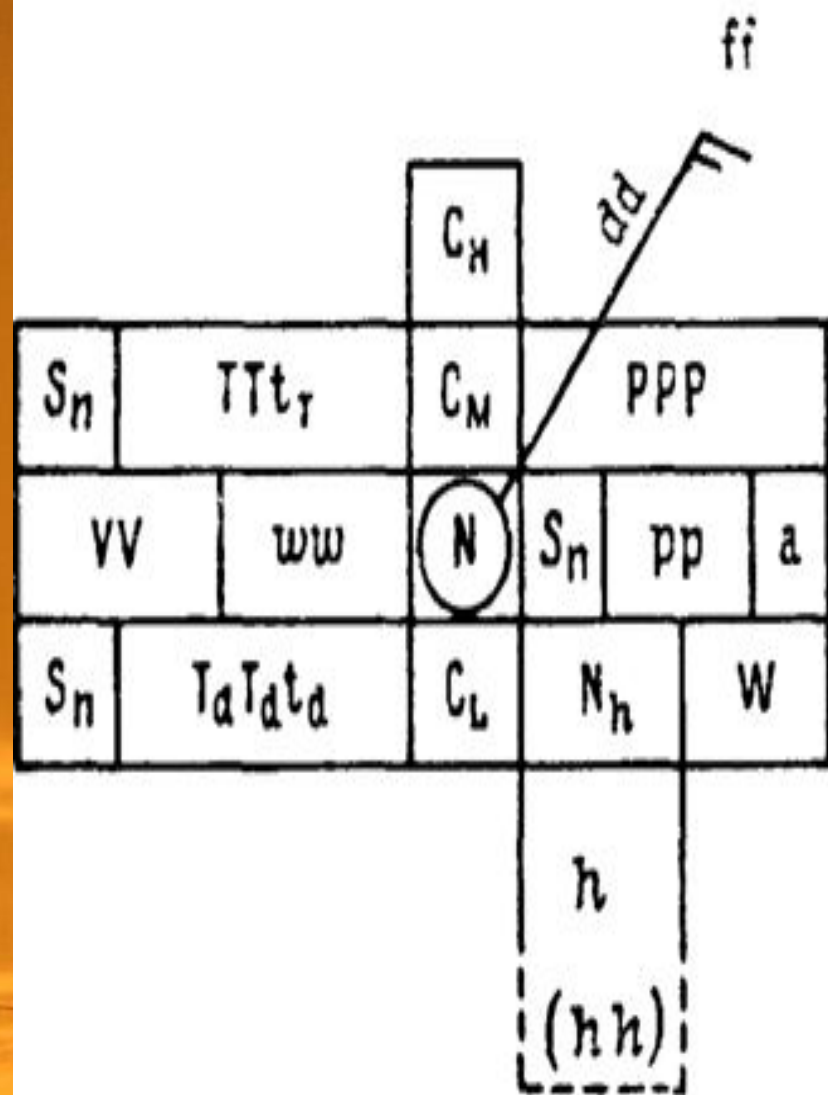


Относительная влажность (r) – отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах, или отношение фактической упругости водяного пара к упругости насыщения:

$$r = \frac{a}{A} 100\%$$

$$r = \frac{e}{E} 100\%$$

При повышении температуры относительная влажность понижается, так как с ростом температуры быстрее растет максимальная влажность.



Плотность воздуха ρ – отношение массы воздуха к его объему [г/м³].

Плотность воздуха тем больше, чем больше атмосферное давление и чем ниже температура воздуха.

Плотность воздуха зависит как от атмосферного давления и температуры так и от влажности. Водяной пар легче сухого воздуха, поэтому чем больше в воздухе водяного пара, тем меньше будет плотность воздуха.

Для вычисления плотности влажного воздуха пользуются формулой:

$$\rho_{\text{вл}} = \rho_{\text{сух}} \cdot \left[1 - 0,378 \cdot \frac{e}{p} \right]$$

где:

$\rho_{\text{вл}}$ - плотность влажного воздуха;

$\rho_{\text{сух}}$ - плотность сухого воздуха;

e - парциальное давление водяного пара;

p - атмосферное давление.

