

## § 42. Барометр-анероид

# Чем больше площадь, тем меньше давление.

$$p = \frac{F}{S}$$

$p$  – давление, Па

$F$  – модуль силы, действующей  
перпендикулярно поверхности, Н

$S$  – площадь поверхности, м<sup>2</sup>



# Давление жидкости зависит от высоты столба жидкости.

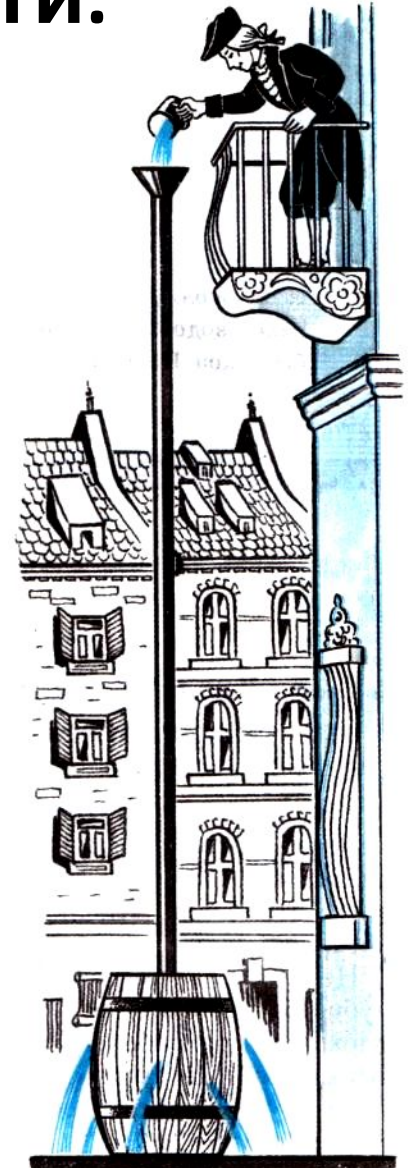
$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$p$  – давление слоя жидкости, Па

$\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>

$g$  – ускорение свободного  
падения, м/с<sup>2</sup>

$h$  – высота слоя жидкости, м



Французский ученый, занимающийся изучением гидростатического давлений.



**Блез Паскаль**  
**(1623-1662)**

Итальянский ученый, занимающийся изучением атмосферного давлений.



Эванджелиста Торричелли  
(1608-1647)

- До середины XIX в. для измерения атмосферного давления применяли лишь жидкостные (главным образом, ртутные) барометры, изобретенные Э. Торричелли.

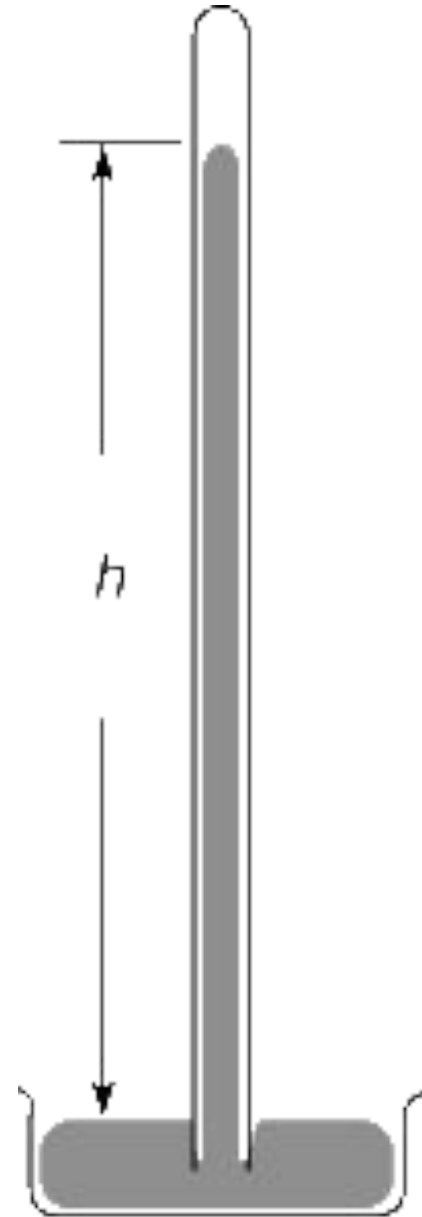
# Барометр Торричелли

- Торричелли использовал поставленный в 1643 г. итальянским исследователем Вивiani эксперимент. Последний заключался в том, что длинную (около метра) стеклянную трубку, запаянную с одного конца, наполняли ртутью и, плотно закрыв, опускали ее незапаянный конец в чашу, в которой также была ртуть. После того как трубку открывали, часть ртути из нее выливалась и над поверхностью оставшейся в трубке ртути образовывалась пустота. Торричелли объяснил это явление тем, что в трубке должен остаться столб ртути, давление которого уравнивает давление воздуха, а образовавшийся над ртутью вакуум получил название «Торричеллиева пустота».



# РТУТНЫЙ БАРОМЕТР

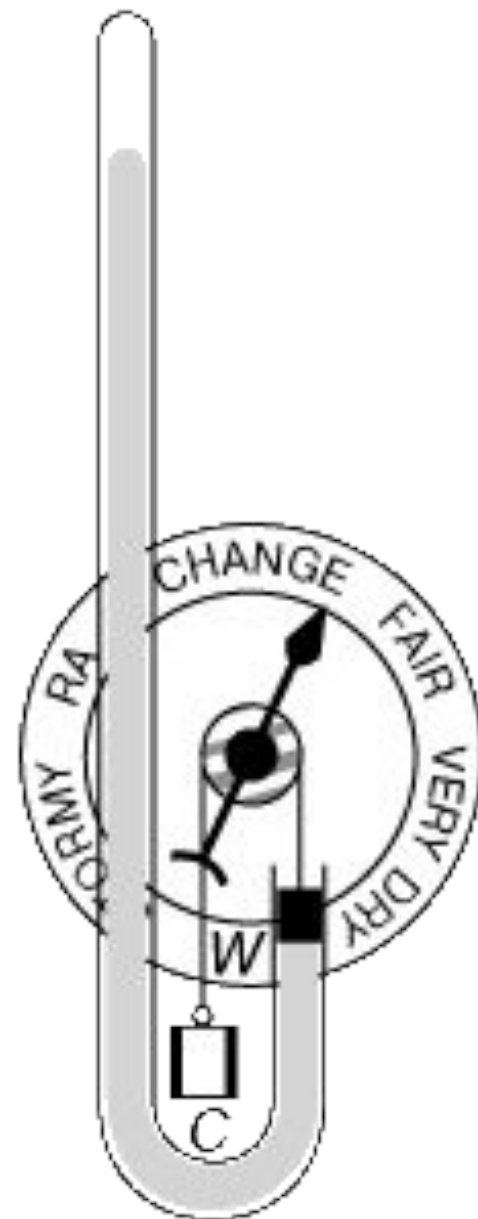
- Простейший ртутный барометр представляет собой наполненную ртутью стеклянную трубку, опущенную открытым концом в чашку со ртутью. Ртуть в трубке поднимается и опускается в соответствии с изменениями погодных условий.



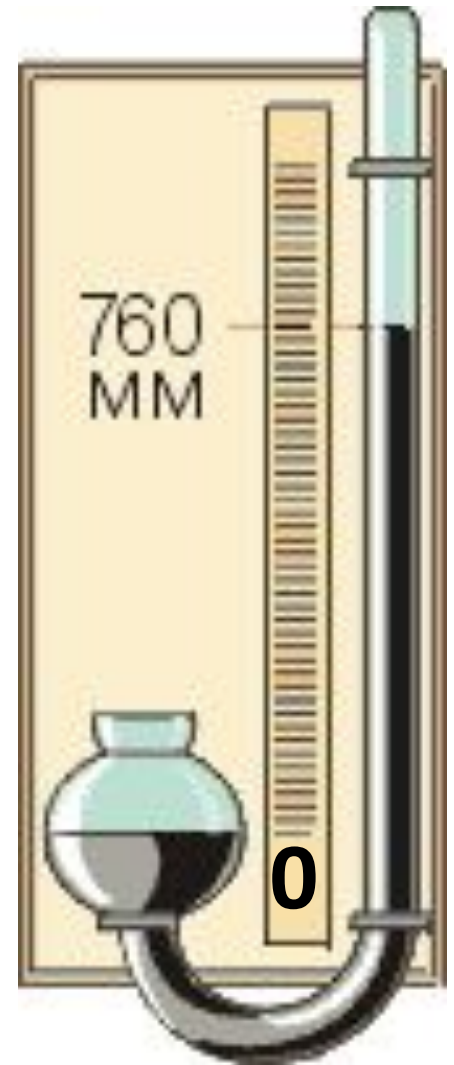


# Сифонный барометр

- В сифонном барометре изменения уровня ртути в открытом конце трубки посредством грузика W с противовесом С передаются стрелке, которая указывает на надписи круговой шкалы, предсказывающие погоду.



- Конструкции всех современных ртутных барометров основываются на принципе Торричелли.
- Изменение высоты столба ртути в трубке прибора изменяет и ее уровень в чаше.
- Перед считыванием показаний нулевая отметка подвижной шкалы совмещается с уровнем ртути в чаше

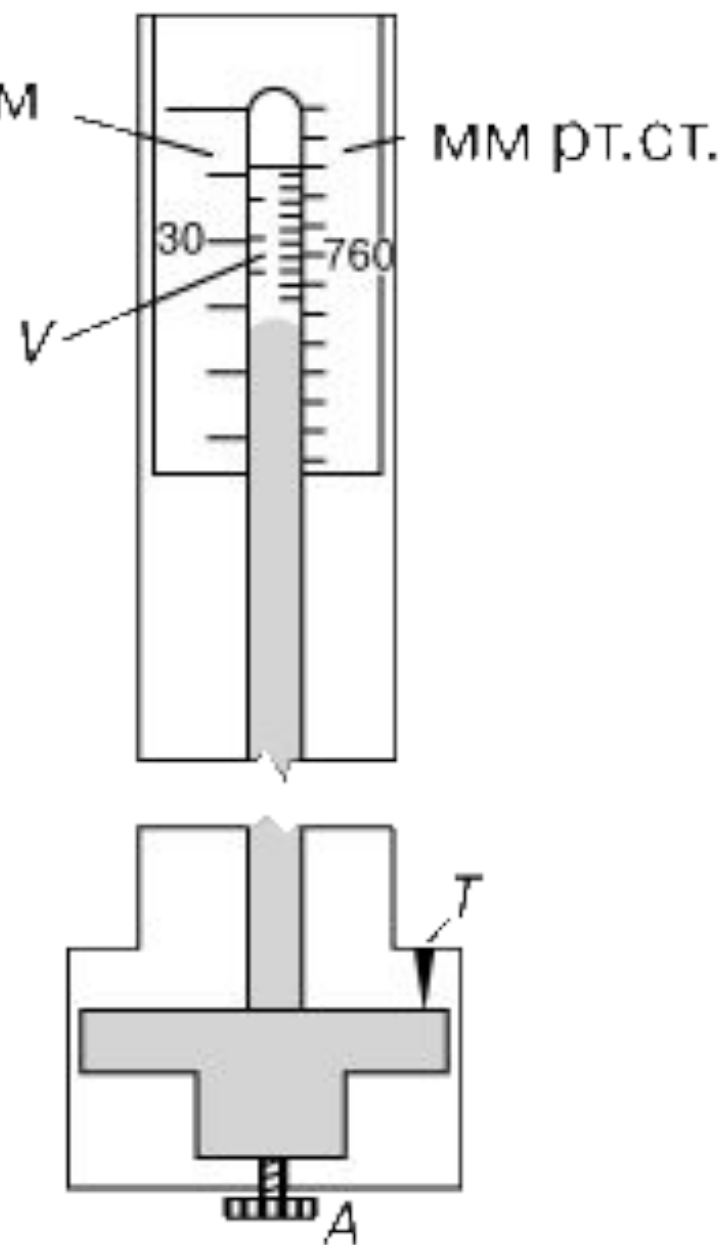


# Барометр Фортина

- В 1810 г. французский конструктор Жан Фортин вместо перемещения шкалы перед каждым считыванием показаний предложил изменять уровень ртути в чаше.
- Для этого ее дно изготавливалось из гибкой кожи, степень прогиба которой можно было менять при помощи специального винта, добиваясь большей точности совмещения уровня ртути с нулевой отметкой шкалы.

# Барометр Фортина

- Барометр Фортина – это чашечный барометр, в котором нуль шкалы устанавливается путем вращения винта А до соприкосновения костяного острия Т с поверхностью ртути; для более точного отсчета по шкале предусмотрен верньер (нониус).



# Альтернативные жидкости

- Для измерения атмосферного давления можно использовать любую жидкость. Ртуть удобна своей большой плотностью – она примерно в 13,6 раза плотнее воды. Поэтому высота столба воды, уравновешивающего давление воздуха, будет в 13,6 раза больше, т. е. около 10 м. Прибор таких размеров был бы слишком велик для практического применения; кроме того, у ртути есть еще одно преимущество – она не замерзает до  $-39^{\circ}\text{C}$  и, следовательно, может использоваться при отрицательных температурах.

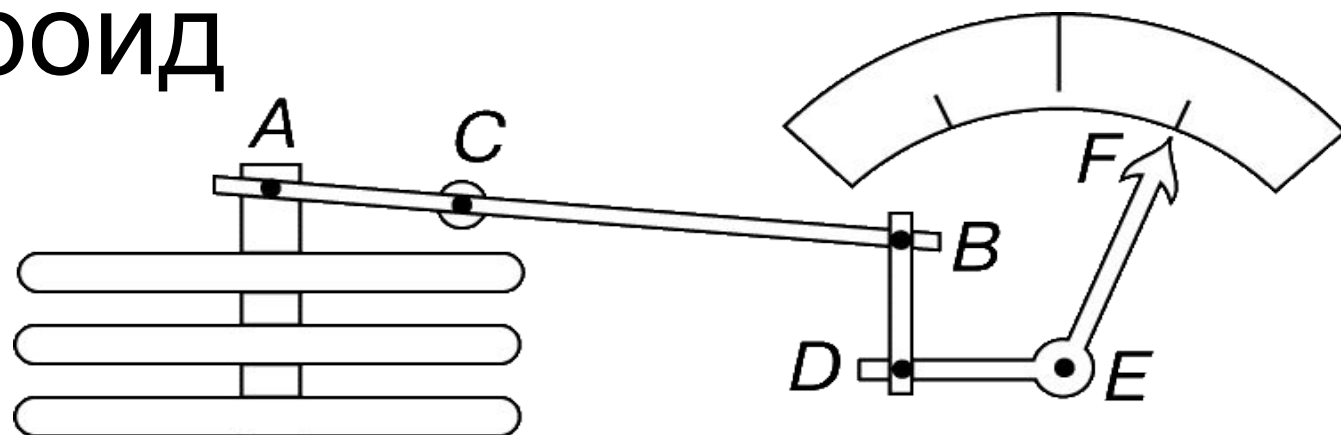
- В 1844 г. Люсьен Види сконструировал новый, безжидкостный барометр, получивший название барометр-анероид (от греческого слова «анерос» — безжидкостный).

# Барометр-анероид

- В 1843 г. итальянский ученый Люсьен Види разработал новый вид барометра. Это изобретение получило название анероид, что означает «без жидкости»: главным элементом в нем является круглая металлическая коробка (сильфон), из которой откачан воздух. Вызванное изменением атмосферного давления перемещение стенки передается стрелке, двигающейся по круговой шкале, градуированной в единицах давления (кПа или мм рт. ст.). Сильфоны современных барометров изготавливаются из никель-серебряного сплава или закаленной стали; для лучшей гибкости их делают гофрированными. Иногда для выпрямления стенок при понижении давления внутри коробки устанавливается пружина, в других случаях стенки выпрямляются сами, поскольку изготовлены из упругого металла.



# Анероид



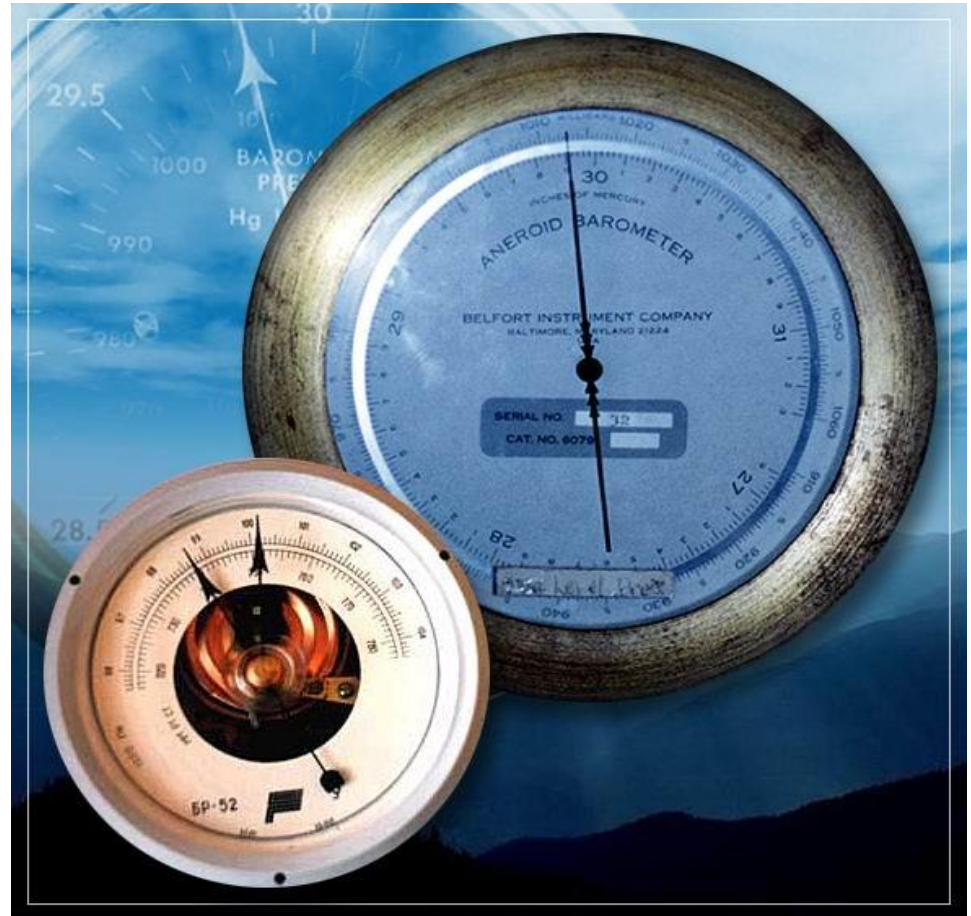
- Чувствительным элементом анероида служит **гибкая герметическая металлическая коробка** (сильфон), расширяющаяся или сжимающаяся под действием атмосферного давления.
- Анероидные коробки, снабжены **рычажной передачей**, которая перемещает стрелку по круговой шкале.
- На схеме АВ – рычаг, поворачивающийся относительно шарнирной опоры С, а DEF – коленчатый рычаг с шарнирной опорой Е.

- Сильфоны современных барометров изготавливаются из **никель-серебряного сплава** или **закаленной стали**; для лучшей гибкости их делают гофрированными.
- Для выпрямления стенок при понижении давления внутри коробки устанавливается пружина, в других случаях стенки выпрямляются сами, поскольку изготовлены из упругого металла.

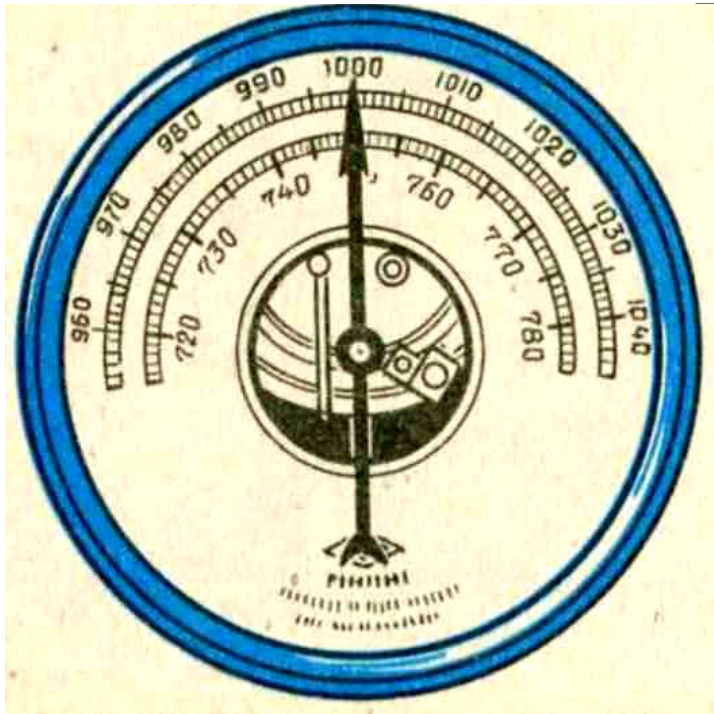
# Приборы для измерения атмосферного давления



Ртутный барометр



Барометр-анероид



# Барометр-

## анероид

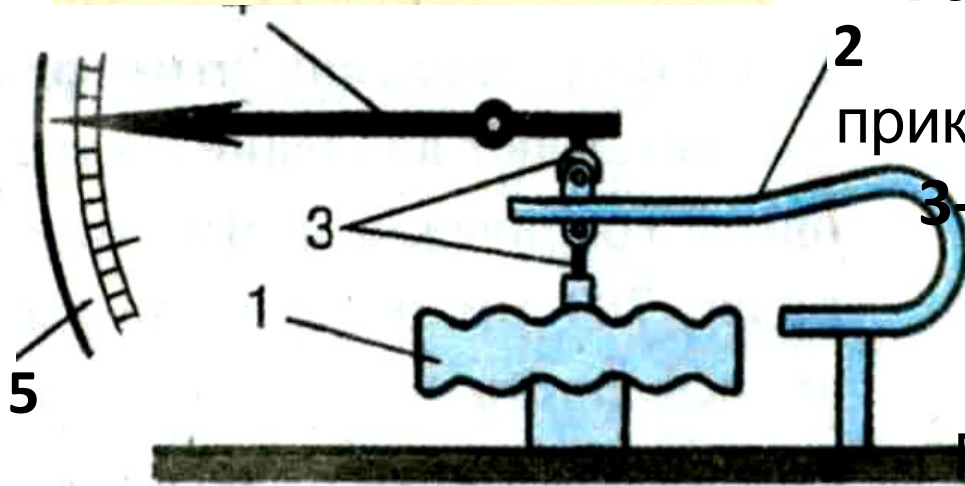
1- герметизированная коробочка. Внутри коробки создано сильное разрежение. При повышении атмосферного давления коробка сжимается, и ее верхняя поверхность начинает тянуть прикрепленную к ней пружину 2.

2- пружина. К пружине с помощью передаточного механизма 3 прикреплена стрелка-указатель 4.

3- передаточный механизм

4- стрелка

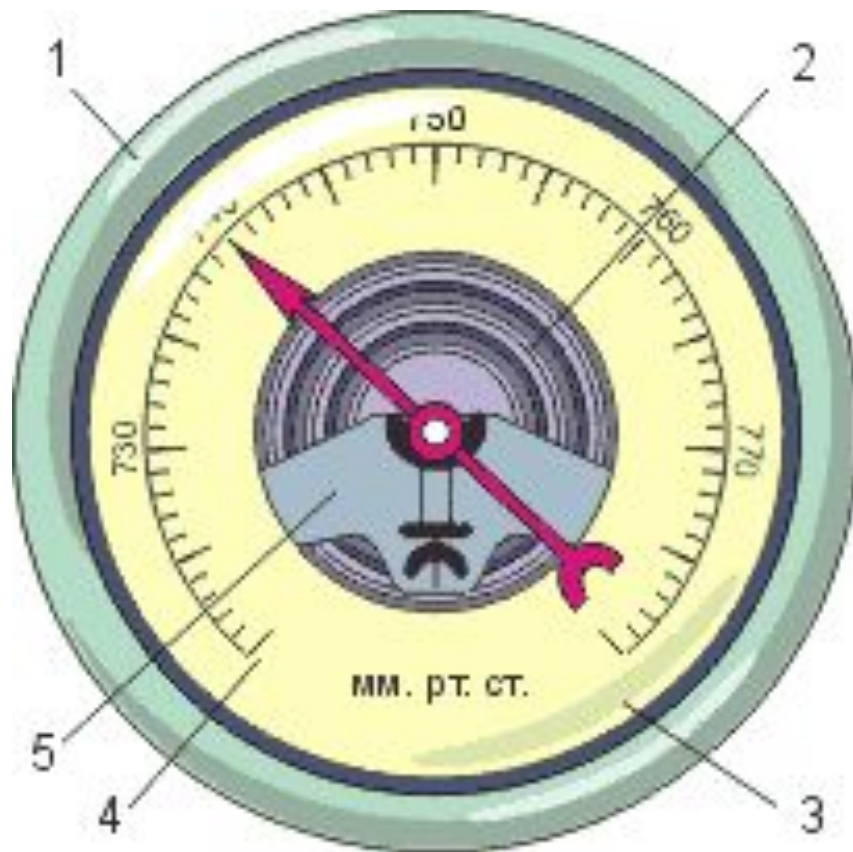
5- шкала



Градуировку шкалы анероида осуществляют и выверяют по показаниям ртутного барометра.

$$1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па}$$

$$1 \text{ мм рт ст} = 133,3 \text{ Па}$$



# Барометр-анероид

1 – корпус

2 – гофрированная  
коробочка

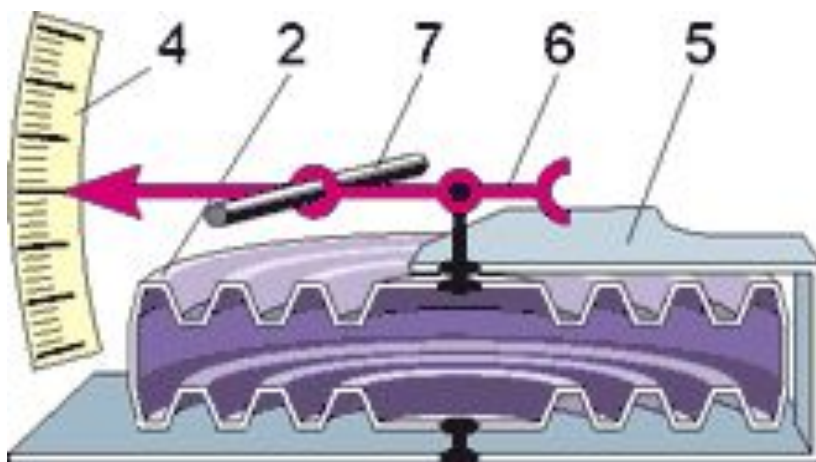
3 – стекло

4 - шкала

5 – металлическая  
пластина

6 - стрелка

7 - ось



# Недостатки-достоинства

- Барометры-анероиды менее надежны, чем ртутные, так как содержащиеся в них пружины и мембраны со временем изменяют свою упругость.
- Вследствие своей портативности и отсутствия жидкости они более удобны в обращении и потому широко используются на практике.



# Альтиметр (Высотомер)

- прибор, показывающий высоту над уровнем моря, работает на барометрическом принципе.



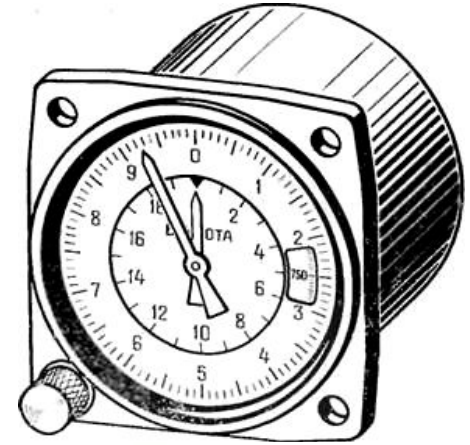
Справка из Военно-авиационного словаря:

**"Высотомер** – пилотажно-навигационный прибор, указывающий высоту полета. По принципу устройства высотомеры делятся на барометрические и радиотехнические. Высотомер называют также альтиметром."



# Механические барометрические высотомеры - альтиметры.

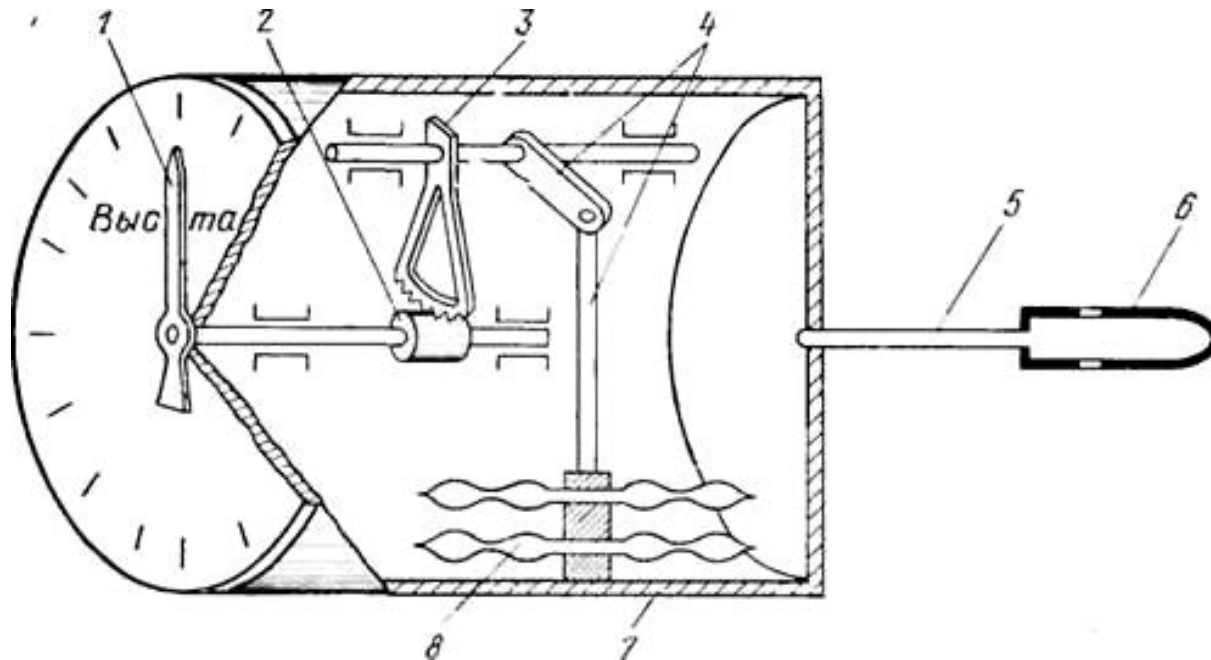
- Диапазон измеряемых высот лежит в пределах от 0 до 20 км и выше. Измерение высоты полета с помощью барометрического высотомера сводится к определению абсолютного давления в атмосфере.



# Принципиальная схема барометрического высотомера:

1—стрелка;  
2—трибка (шестерня);  
3—зубчатый сектор;  
4—передаточный  
механизм;

5—трубопровод;  
6—приемник статического  
давления;  
7—корпус;  
8—блок анероидных коробок



# Высотомер (альтиметр)

Прибор для измерения высоты. Принцип работы прибора основан на закономерном изменении атмосферного давления при изменении высоты. Внешне, высотомер схож с большими наручными часами и крепится на запястье или грудную перемычку подвесной системы парашютиста



# Барометрический высотомер.

Цена деления шкалы высотомера 20 метров.  
Снабжен барометрической шкалой, размеченной в миллибарах.



1 bar = 100 000 паскалей (Па)

1 mbar = 0.001 bar = 100 Па

**Барометр** – физический прибор для измерения

атмосферного давления.  
**Нормальным атмосферным давлением** называют такое давление, которое уравнивается столбом ртути высотой 760 мм при температуре 0 °С.

Понижение атмосферного давления предвещает ухудшение погоды.

По мере подъема над поверхностью Земли атмосферное давление понижается на 1 мм рт. ст. на каждые 12 м подъема.



Понижение давления сопровождается уменьшением плотности атмосферы, и она постепенно переходит в космическое пространство.

На высоте 6 км давление воздуха примерно вдвое меньше, чем на поверхности Земли.

# Задачи

- 97. У подножия горы барометр показывает давление 760 мм рт. ст., а на ее верши- вершине— 722 мм рт. ст. Какова примерно высота горы?

- 98. Вычислите примерную высоту телевизионной башни в Останкино. Атмосферное давление у ее подножия и у вершины определите по рисунку 149

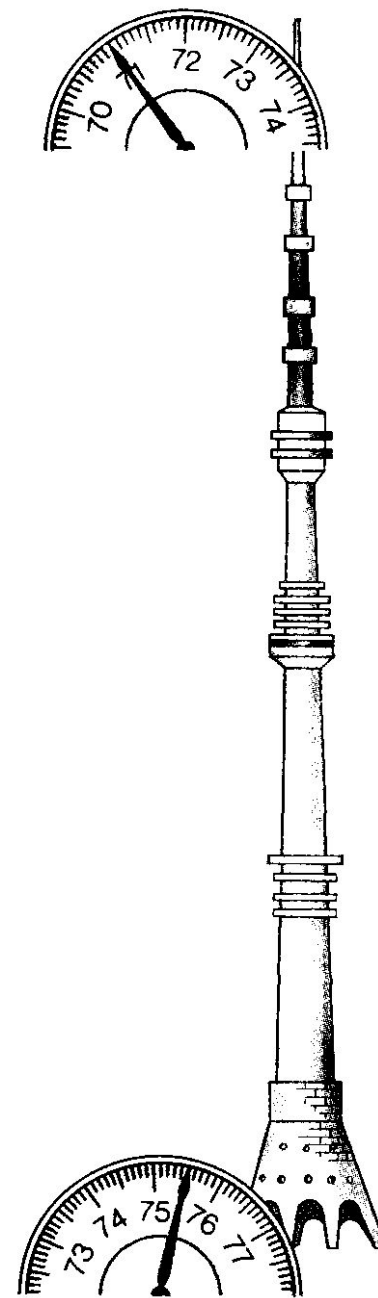


Рис. 149



- 576. На какой высоте летит самолет-опылитель, если ба-барометр в кабине летчика показывает 100 641 Па, а на повер-поверхности Земли давление нормальное?

**№576.**

Дано:

$$p = 100\,641 \text{ Па}$$

$$p_0 = 101\,300 \text{ Па}$$

$$h = ?$$

Решение:

Известно, что подъем на 10 м уменьшает давление на 111 Па.

$$h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; \quad \Delta p = 101\,300 \text{ Па} - 100\,641 \text{ Па} = 659 \text{ Па};$$

$$h = 659 \text{ Па} \cdot \frac{10 \text{ м}}{111 \text{ Па}} = 59,37 \text{ м} \approx 60 \text{ м.}$$

- 577. При входе в метро барометр показывает 101,3 кПа. Определите, на какой глубине находится платформа станции метро, если барометр на этой платформе показывает давление, равное 101 674 Па.

**№577.**

Дано:

$$p_0 = 101,3 \text{ кПа} = \\ = 101\,300 \text{ Па}$$

$$p = 101\,674 \text{ Па}$$

$h$  — ?

Решение:

$$h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; h = (101674 \text{ Па} - 101300 \text{ Па}) \cdot \frac{10 \text{ м}}{111 \text{ Па}} = \\ = 33,69 \text{ м} \approx 34 \text{ м.}$$

- 578. Каково показание ареометра на уровне высоты Московской телевизионной башни (40 м), если внизу башни ареометр показывает давление 100 641 Па?

**№578.**

Дано:

$$h = 540 \text{ м}$$

$$p_0 = 100\,641 \text{ Па}$$

$$p = ?$$

Решение:

$$h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; \quad p = p_0 - \Delta p;$$

$$\Delta p = \frac{h \cdot 10}{111}; \quad \Delta p = \frac{540 \text{ м} \cdot 111 \text{ Па}}{10 \text{ м}} = 5994 \text{ Па.}$$

$$p = 100641 \text{ Па} - 5994 \text{ Па} = 94647 \text{ Па.}$$

- 579\*. Рассчитайте давление атмосферы в шахте на глубине 840 м, если на поверхности Земли давление нормальное.

**№579.**

Дано:

$$h = 840 \text{ м}$$

$$p = ?$$

Решение:

$$p = p_0 + \Delta p; \quad (p_0 = 101\,325 \text{ Па});$$

$$\Delta p = \frac{h \cdot 111}{10}; \quad \Delta p = \frac{840 \text{ м} \cdot 111 \text{ Па}}{10 \text{ м}} = 9324 \text{ Па.}$$

$$p = 101\,325 \text{ Па} + 9324 \text{ Па} = 110\,649 \text{ Па.}$$

- 580\*. Определите глубину шахты, если на дне ее барометр показывает 109 297 Па, а на поверхности Земли 103 965 Па.

**№580:**

Дано:

$$p = 109\,297 \text{ Па}$$

$$p_0 = 103\,965 \text{ Па}$$

---

$$h = ?$$

Решение:

$$h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; \quad h = (109\,297 \text{ Па} - 103\,965 \text{ Па}) \times$$

$$\times \frac{10 \text{ м}}{111 \text{ Па}} = 480 \text{ м.}$$

- 581\*. У подножия горы барометр показывает 98 642 Па, а на ее вершине 90 317 Па. Используя эти данные, определите высоту горы.

**№581.**

Дано:

$$p_0 = 98\,642 \text{ Па}$$

$$p = 90\,317 \text{ Па}$$

---

$$h = ?$$

Решение:

$$h = (p_0 - p) \cdot \frac{10}{111} \text{ м};$$

$$h = (98642 - 90317) \cdot \frac{10}{111} \text{ м} \approx 750 \text{ м}.$$