

# ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЁТА

Лётная школа Юный Авиатор

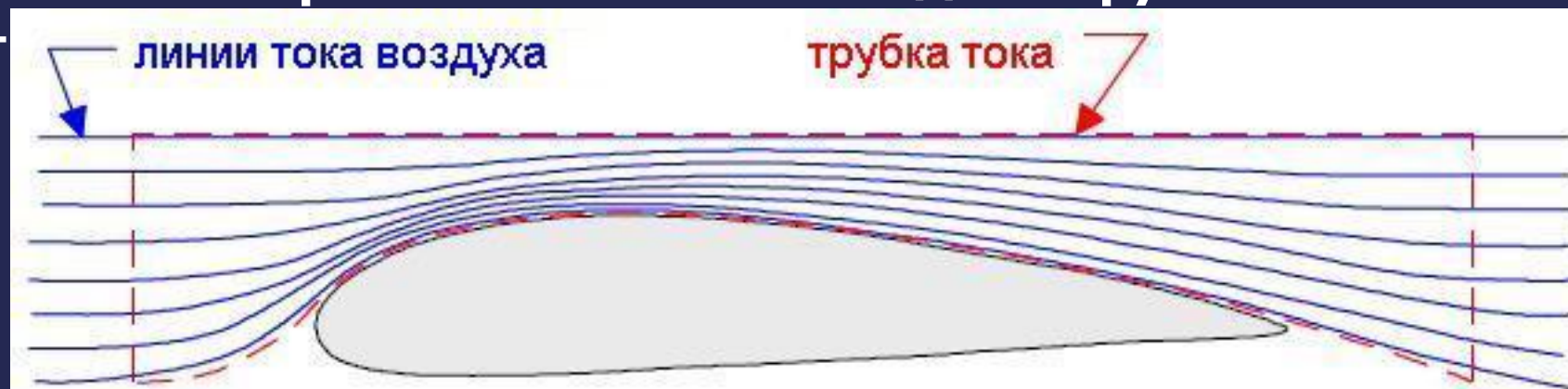
Занятие I



# Линия тока воздуха и трубка тока воздуха

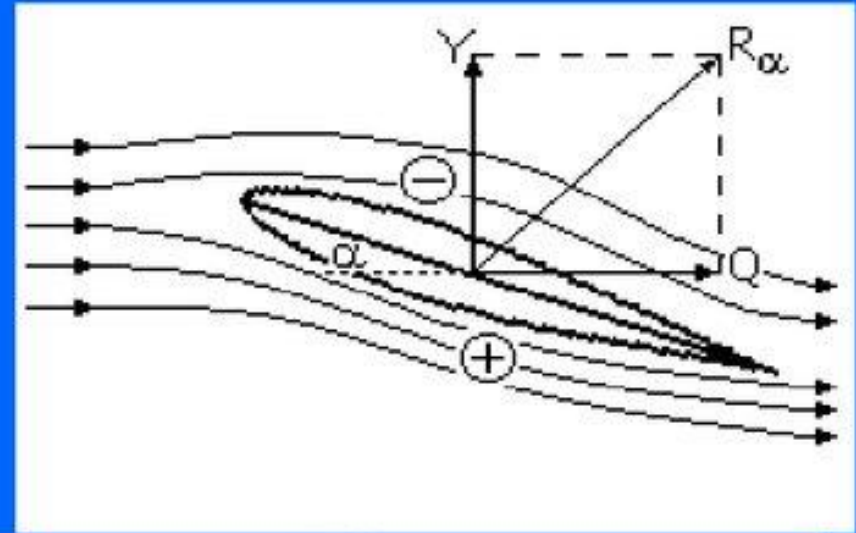
**Линии тока воздуха** - это траектории движения воздушных частиц при стационарном обтекании. Если расстояние между соседними линиями тока уменьшается, то это говорит о том, что скорость течения в данном месте увеличивается и наоборот.

**Трубка тока** – это воображаемая труба со стенками из линий тока воздуха. Весь воздух внутри трубки тока перемещается только вдоль трубки и не выходит за её боковые границы.



# 4.1. Основы аэродинамики и теории полета

Основная задача аэродинамики – изучение аэродинамических сил, определяющих летные данные ВС. Решения этой задачи ведется в двух направлениях: теоретическом (решение уравнений аэродинамики) и экспериментальном (модельные испытания в аэродинамических трубах и летные испытания).



## Принцип полета самолета

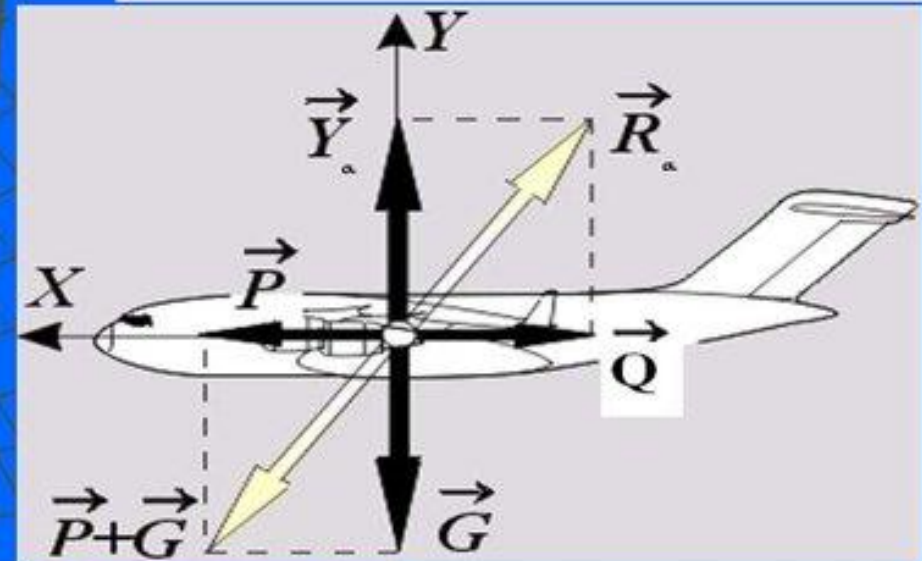
$$\vec{P} + \vec{Y} = \vec{Q} + \vec{G}$$

$P$  – сила тяги двигателей,

$Y$  – подъемная сила

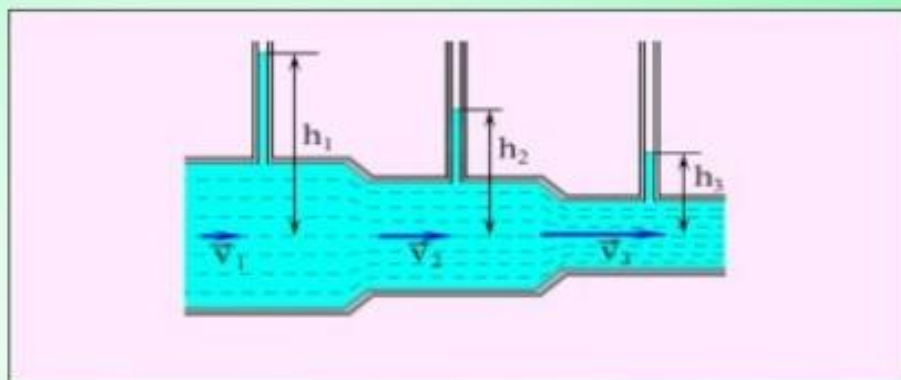
$Q$  – сила лобового сопротивления,

$G$  – вес самолета





# Закон Бернулли



Закон Д.Бернулли (1700-1782г), сформулирован им для жидкостей, но справедлив и для газов, заключается в том, что с увеличением скорости потока давление внутри потока уменьшается.

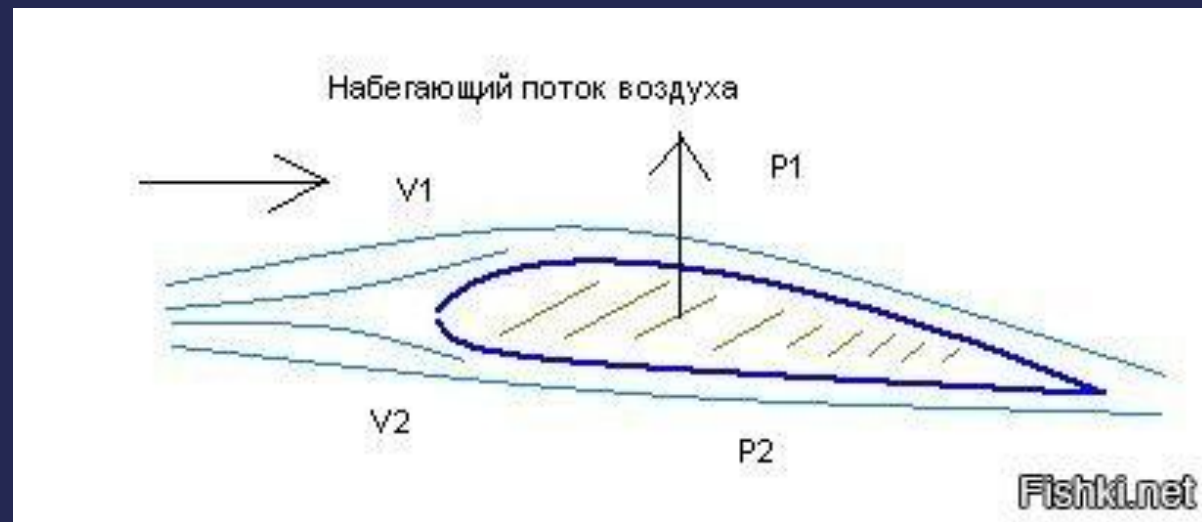
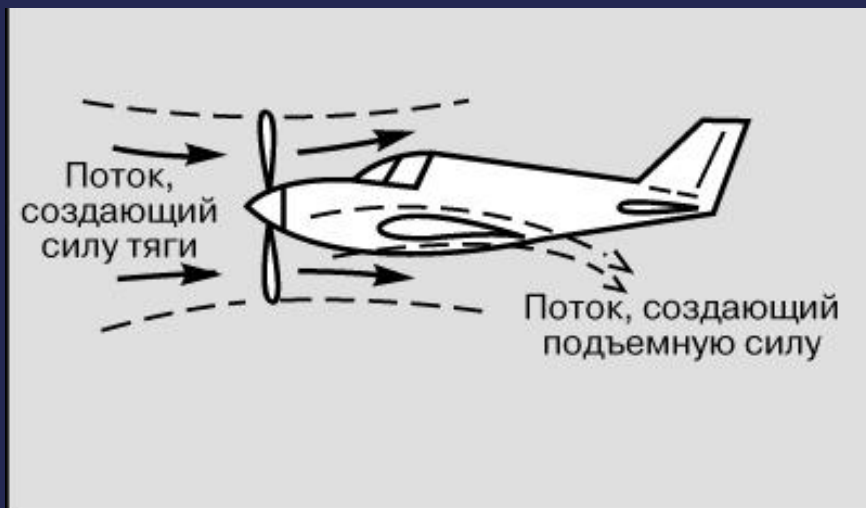
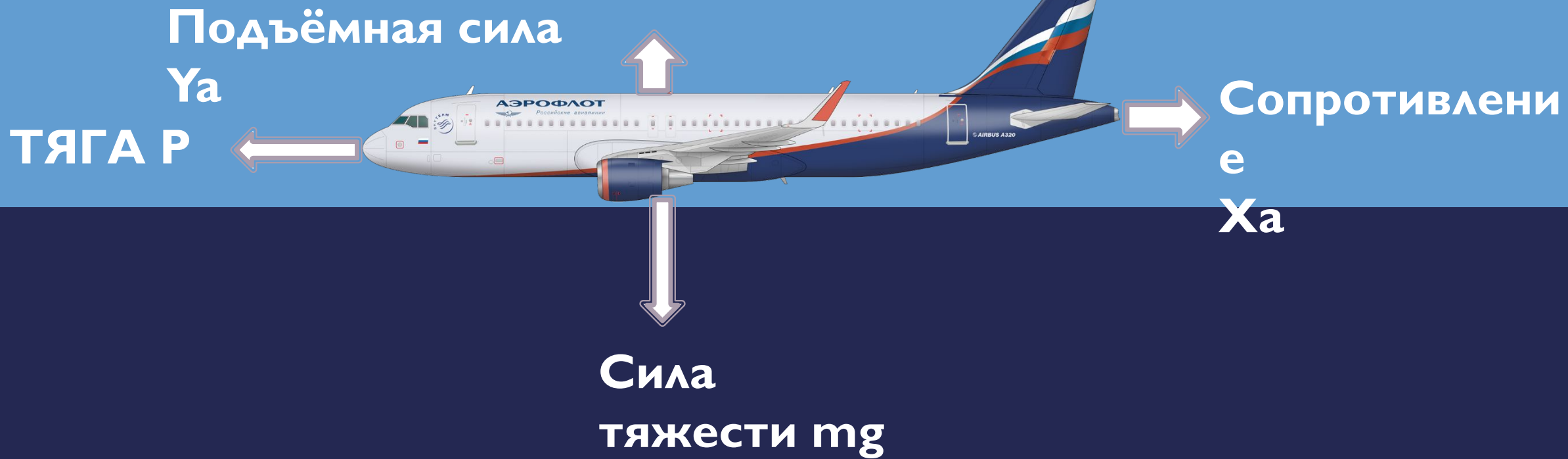
# Создание подъёмной силы по закону Бернулли

Воздух поверх крыла совершает  
большой путь, поэтому движется  
быстрее, чем воздух под крылом.

Увеличение скорости потока приводит  
к снижению давления. Над крылом  
давление становится ниже атмосферного.



Более высокое давление под крылом  
толкает его вверх, а с ним и самолёт





Какие силы действуют на самолет по оси X, которая важна нам для взлета? Используем второй закон Ньютона:

$$F_T - F_{тр} = Ma$$

, где  $a$  – ускорение самолета относительно земли (не ленты)

Отсюда  $a = \frac{F_T - F_{тр}}{M}$ . Вы согласны, что  $a$  не будет равно нулю?

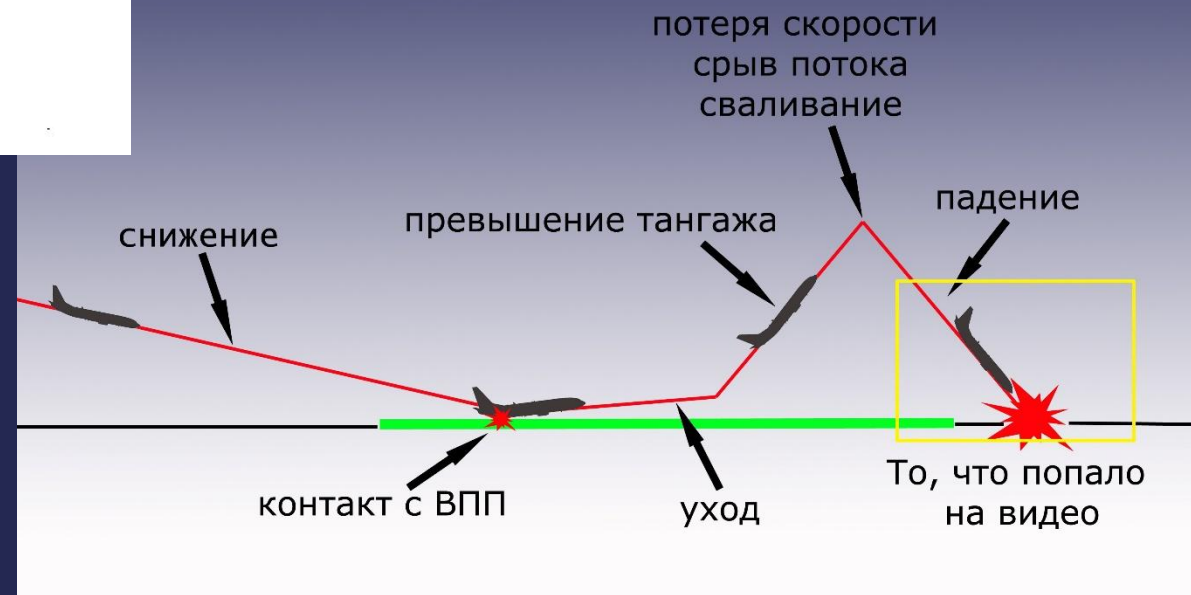




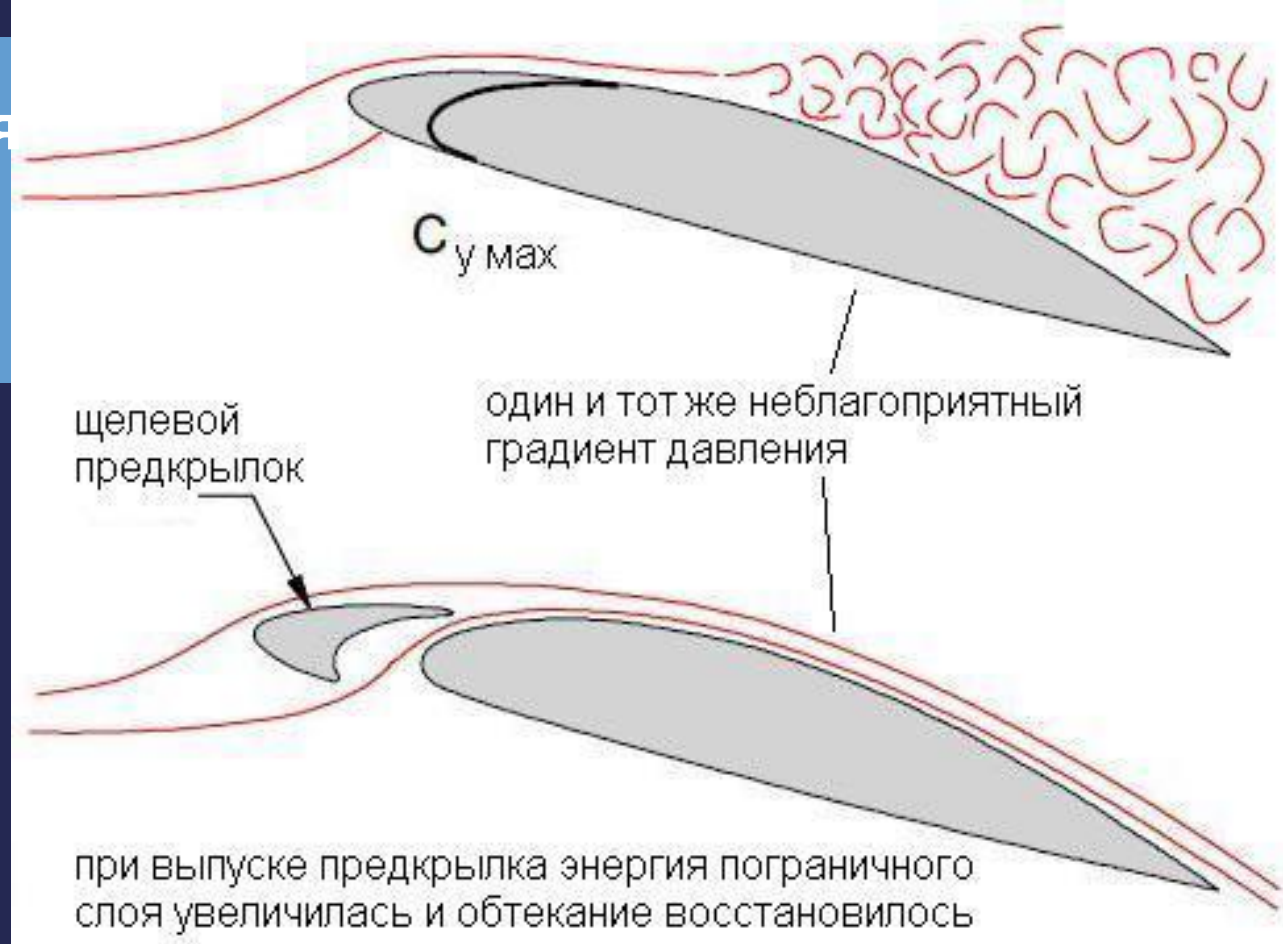




Рис. 6



# Процесс сдува пограничного слоя Предкрылки



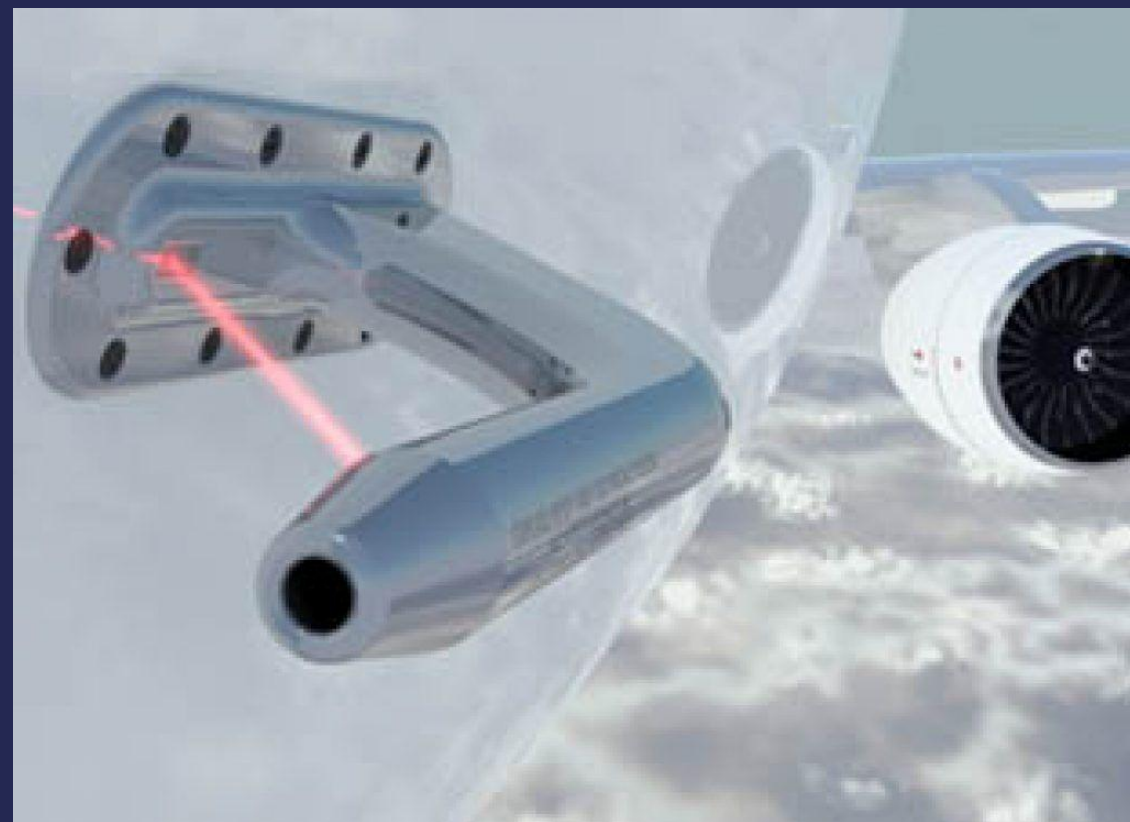
# ВИДЫ СКОРОСТЕЙ САМОЛЁТА

**Истинной воздушной скоростью** называется скорость движения самолета относительно воздушных масс.

**Приборной (индикаторной) скоростью** называется истинная воздушная скорость, приведенная к нормальной плотности воздуха. Если полет происходит при нормальной плотности воздуха ( $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$ ), то приборная скорость совпадает с истинной.

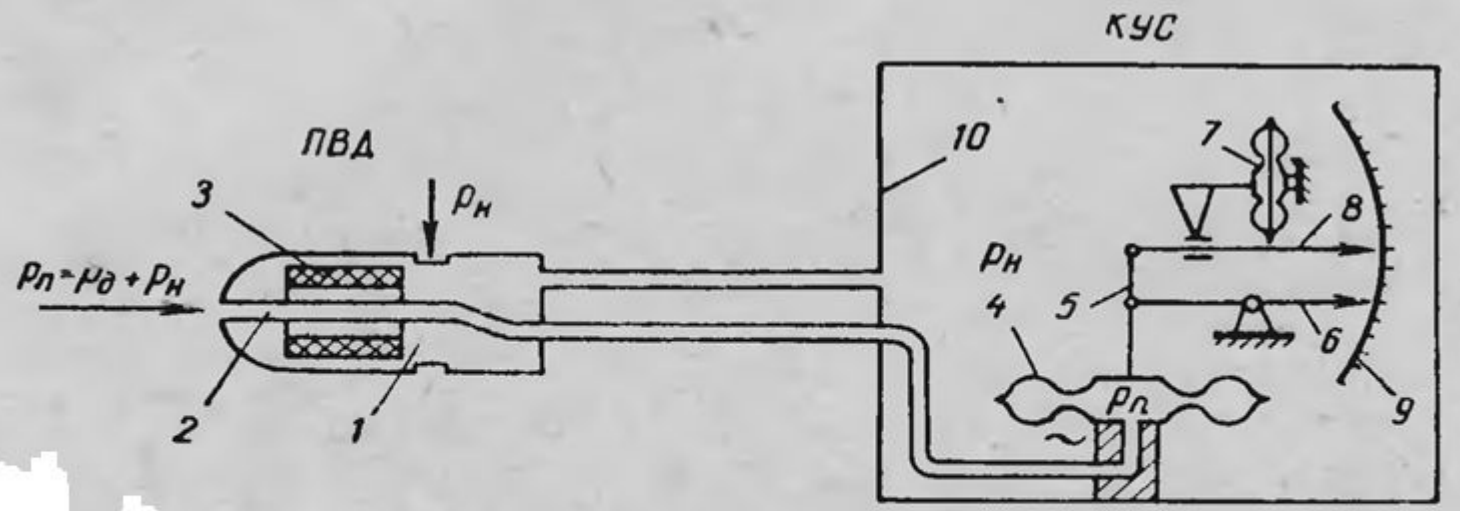
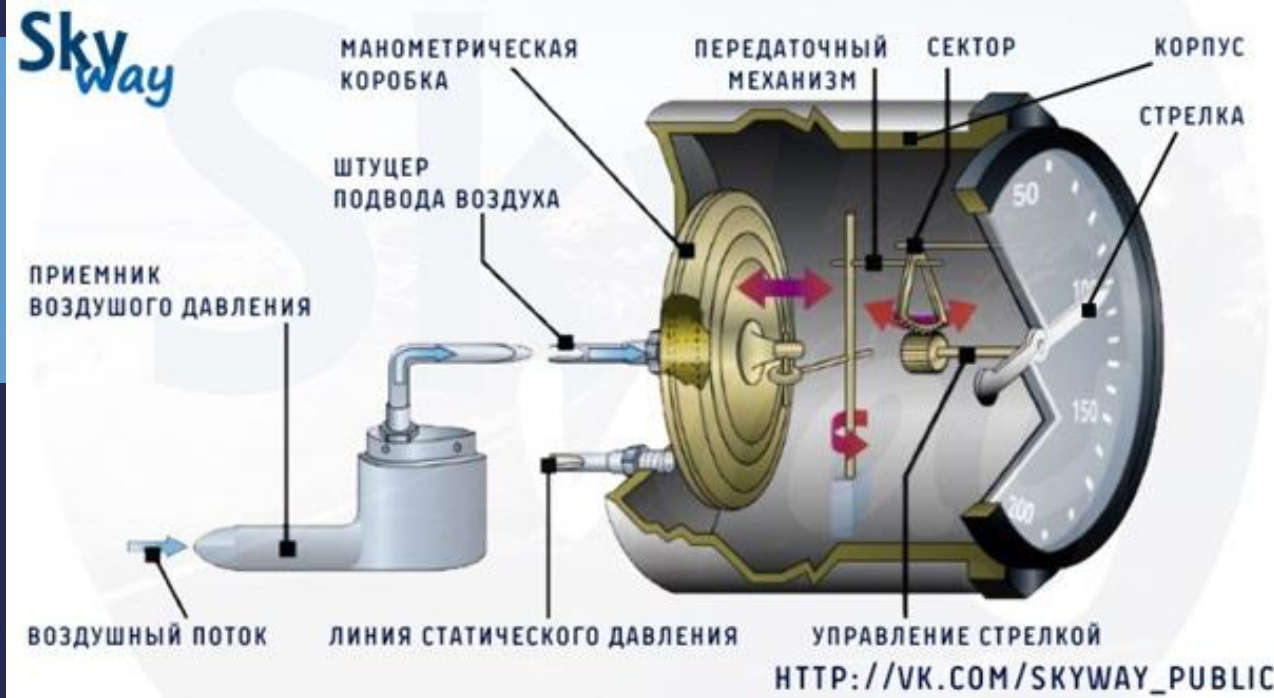
**Путевой скоростью** называется горизонтальная составляющая скорости движения самолета относительно Земли. Путевая скорость равна геометрической сумме горизонтальных составляющих истинной воздушной скорости и скорости ветра.

**Вертикальной скоростью** называют вертикальную составляющую скорости движения самолета относительно Земли.





# ПВД УКАЗАТЕЛЬ СКОРОСТИ



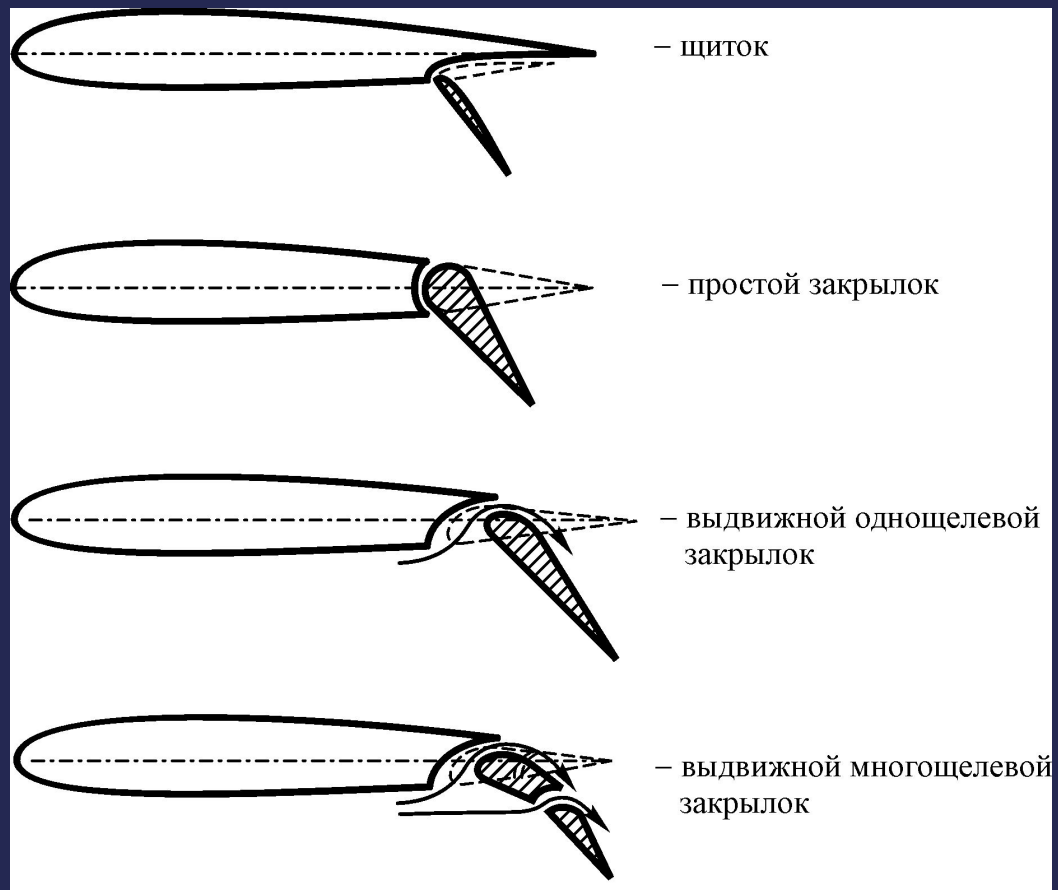
Принципиальная схема комбинированного указателя воздушной скорости КУС:

ПВД — приемник воздушных давлений; 1 — камера статического давления; 2 — камера полного давления; 3 — электрообогревательный элемент; 4 — манометрическая коробка; 5 — передаточный механизм; 6 — стрелка приборной скорости; 7 — анероид; 8 — стрелка истинной скорости; 9 — шкала; 10 — корпус



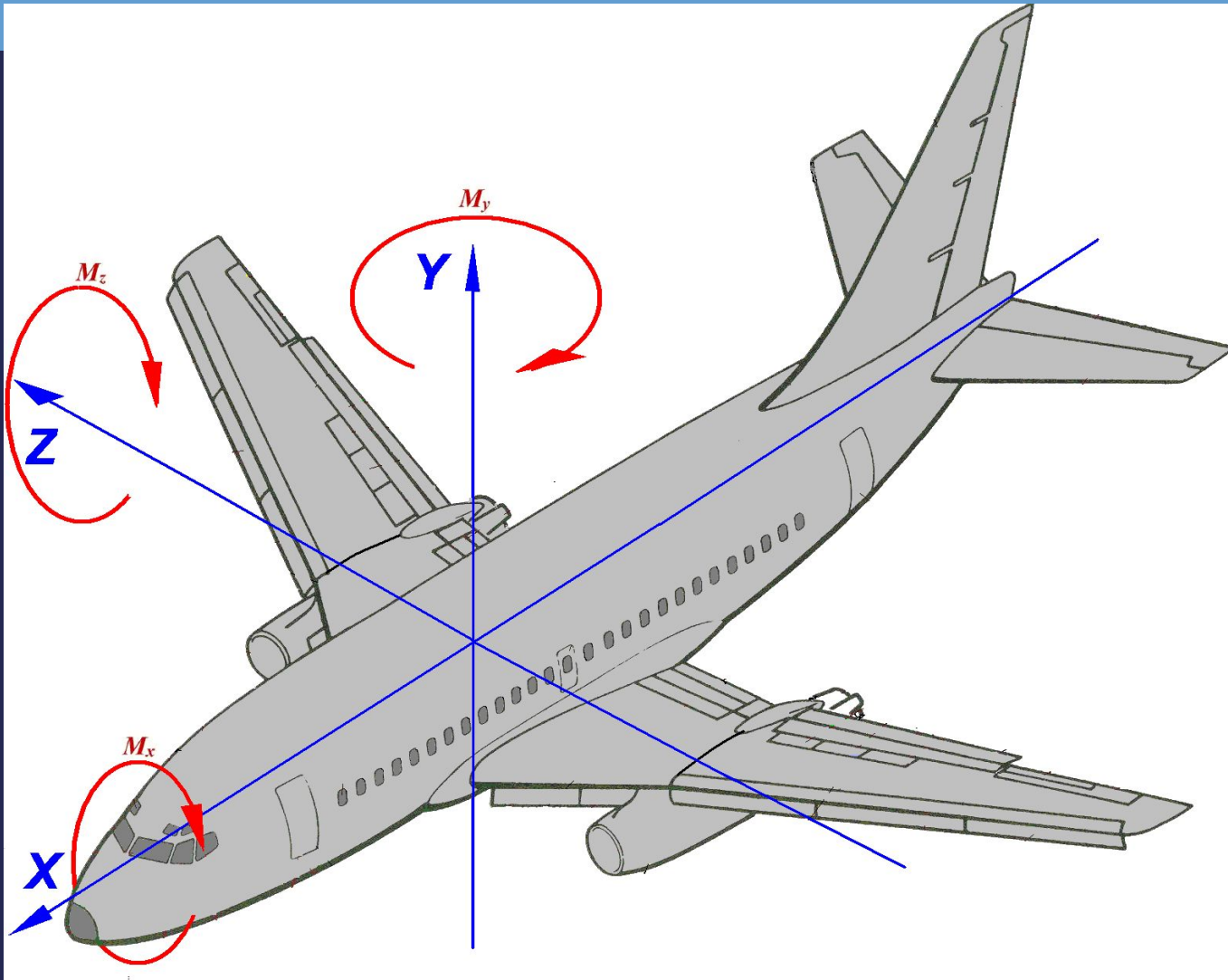


# ЗАКРЫЛКИ



Принцип работы закрылков заключается в том, что при их выпуске увеличивается кривизна профиля и площадь поверхности крыла, следовательно, увеличивается и несущая способность крыла, которая позволяет самолетам лететь без сваливания при меньшей скорости.

# ОСИ ВРАЩЕНИЯ САМОЛЁТА



Оси :

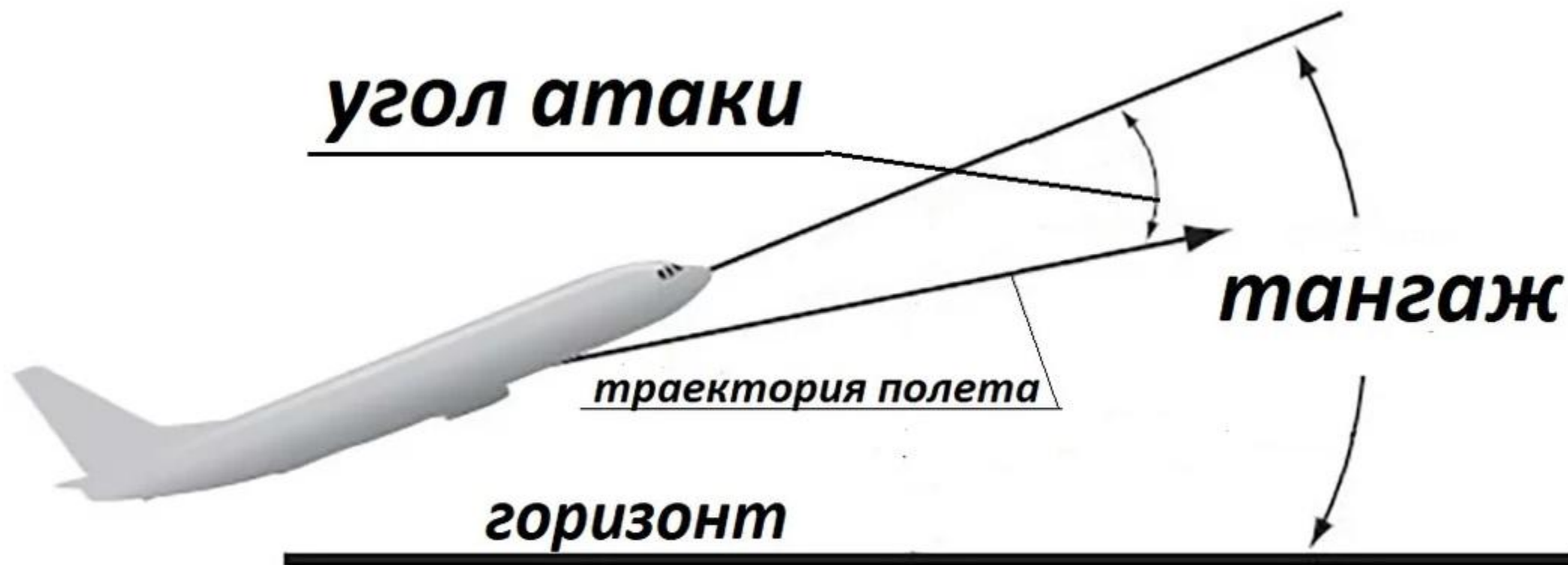
- Вертикальная (рысканье)
- Горизонтальная (крен)
- Поперечная (тангаж)

# ОСНОВНОЙ ПИЛОТАЖНЫЙ ПРИБОР - АВИАГОРИЗОНТ



- Угол крена
- Угол тангажа
- Скольжение

# УГОЛ АТАКИ И УГОЛ ТАНГАЖА



**Угол атаки** – угол между вектором воздушной скорости и продольной осью самолёта

**Угол тангажа** – Угол между горизонтальной плоскостью и продольной осью самолёта



# ДАТЧИК УГЛА АТАКИ

**Датчик угла атаки** представляет собой устройство, имеющее флажок-флюгер, расположенный на фюзеляже снаружи самолета.

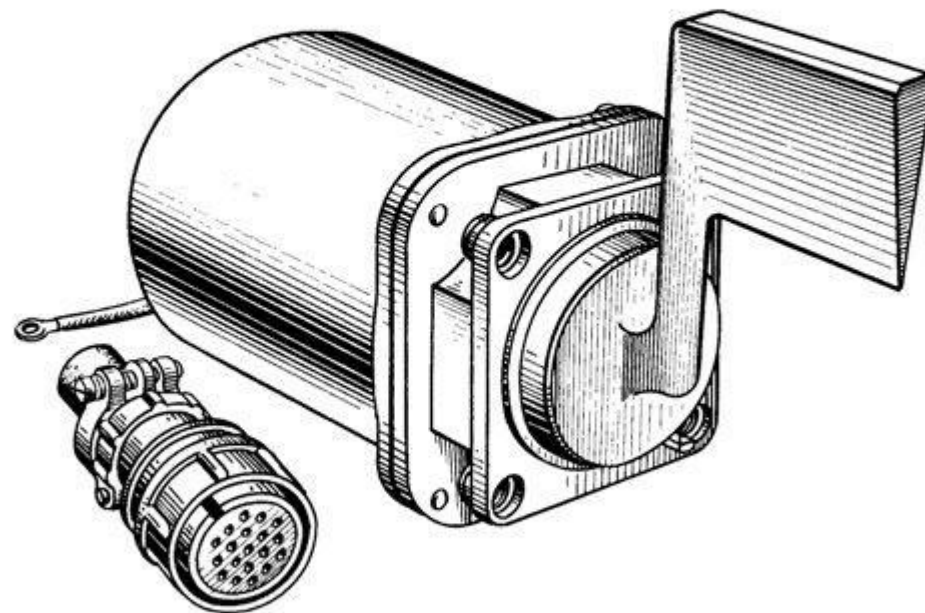
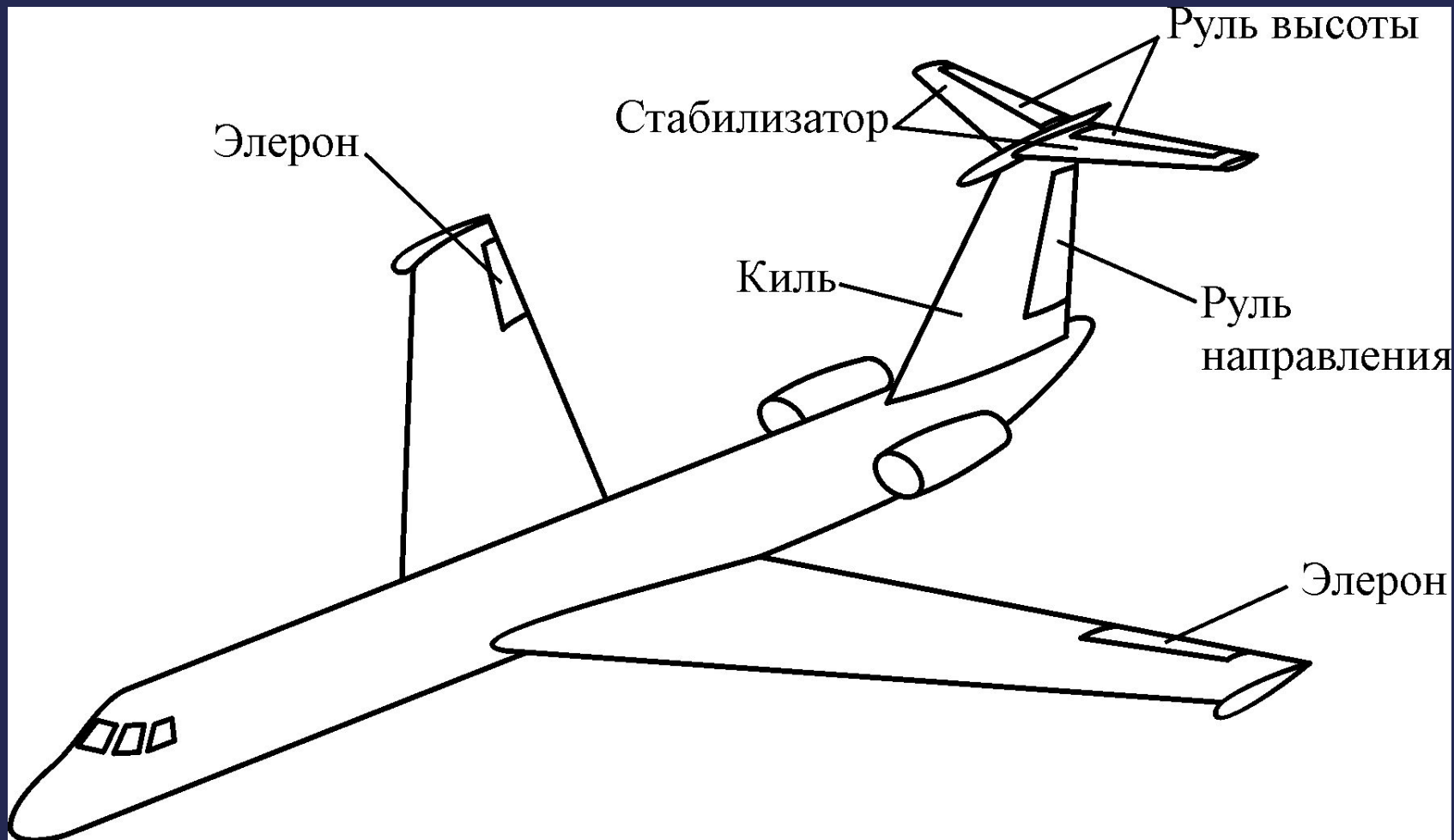


Рис.20. Датчик углов атаки ДУА

# УПРАВЛЕНИЕ САМОЛЁТОМ РУЛИ



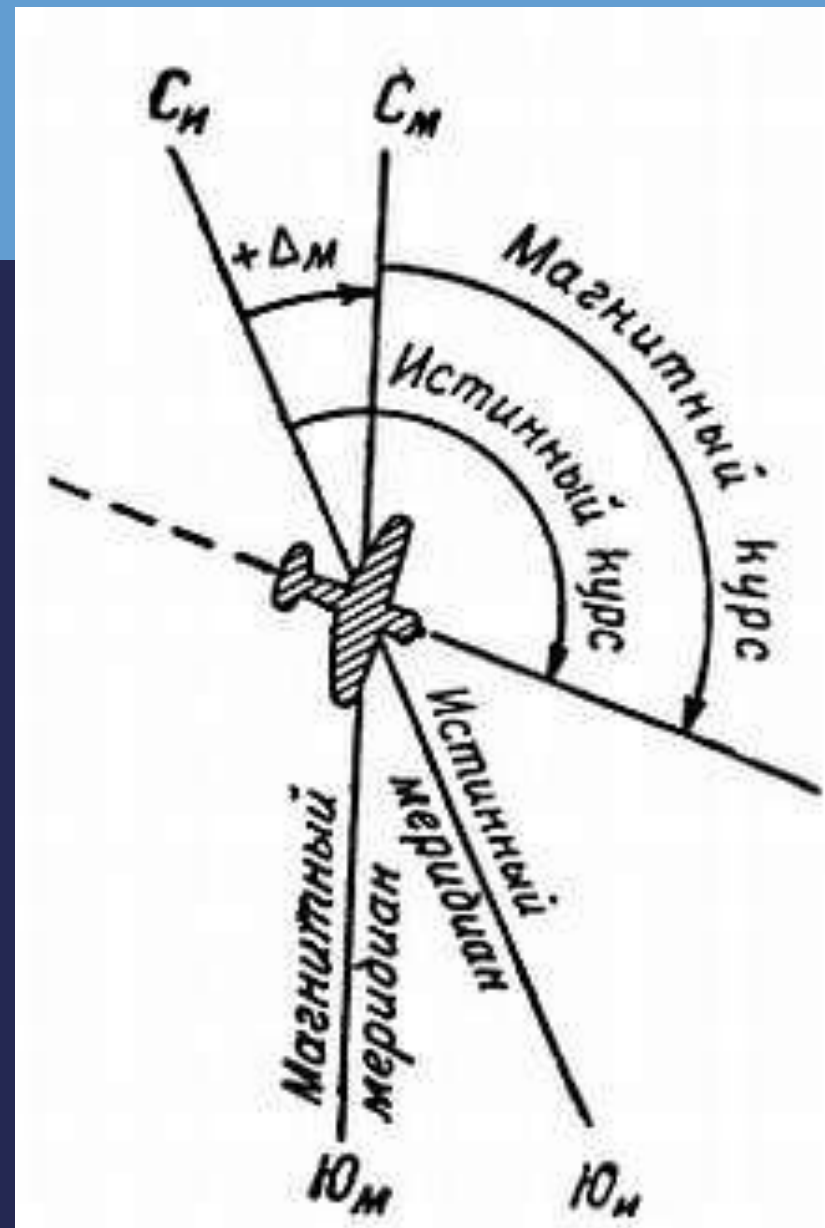
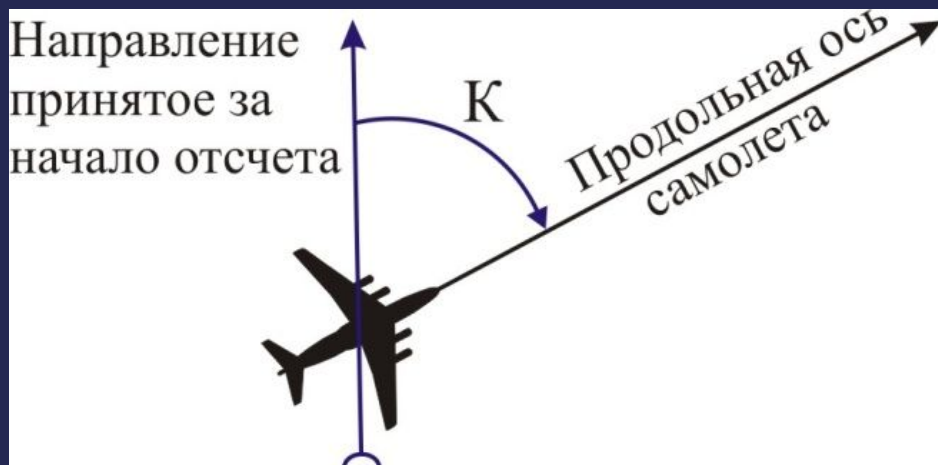
- Руль высоты – изменение угла тангажа
- Руль направления – изменение угла рысканья
- Элероны – изменения угла крена

# УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ САМОЛЁТА

- Устойчивость характеризует способность самолета без вмешательства летчика сохранять заданный режим полета.
- Управляемость - это способность самолета должным образом реагировать на отклонение летчиком рулей управления (рулей высоты, поворота и элеронов)

# ПОНЯТИЕ КУРСА

**Курсом самолёта** называется угол в горизонтальной плоскости между направлением, принятым за начало отсчёта, и проекцией на эту плоскость продольной оси самолёта. Измеряется от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  по часовой стрелке.





# ПОНЯТИЕ ВЫСОТЫ ВС

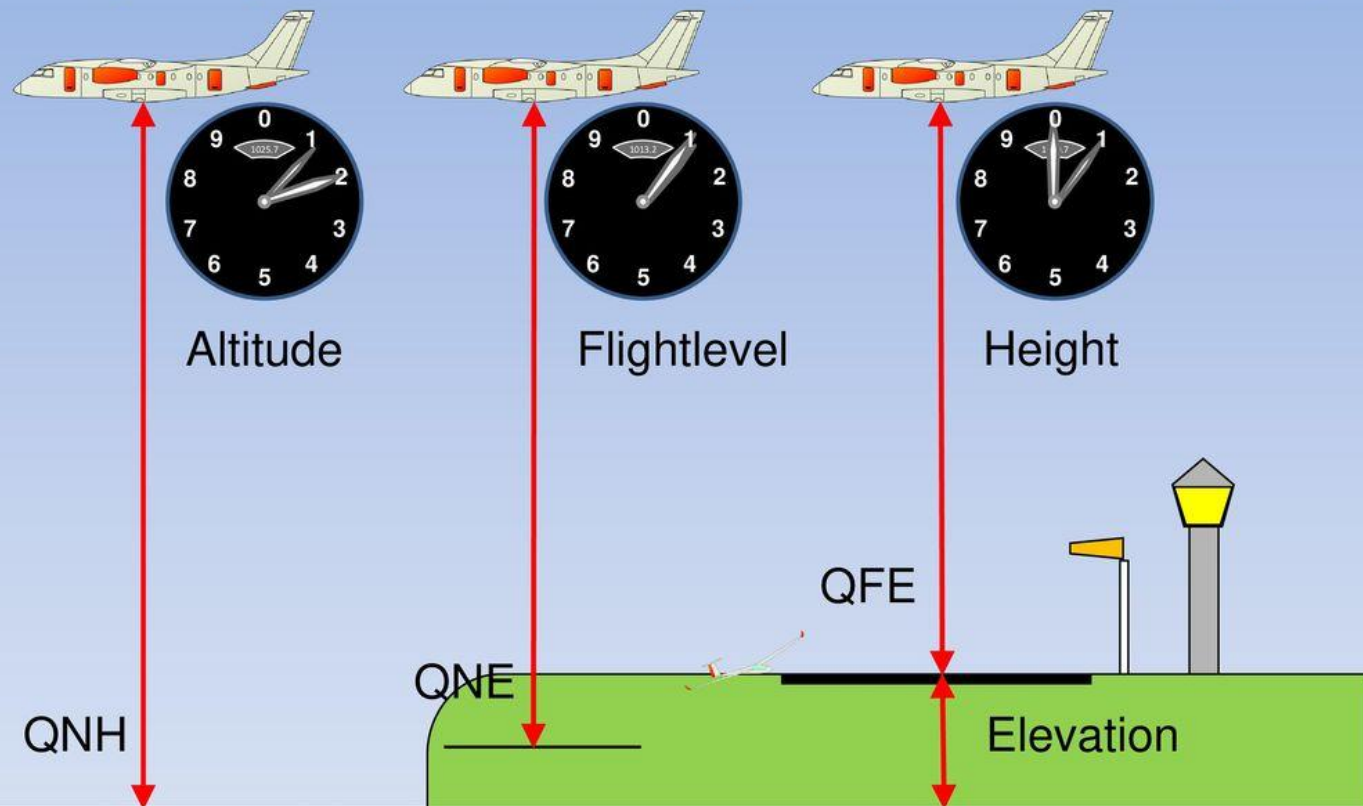


# ПОНЯТИЕ ВЫСОТЫ ВС

**Высота полёта** — расстояние по вертикали от определённого уровня отсчёта до воздушного судна.



De hoogte in Flightlevels kan variëren afhankelijk van de heersende luchtdruk (QNH).



“Hogedruk-situatie”

In dit voorbeeld ligt het drukvlak van de QNE boven het drukvlak van de QNH.