

ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЁТА

Лётная школа Юный Авиатор

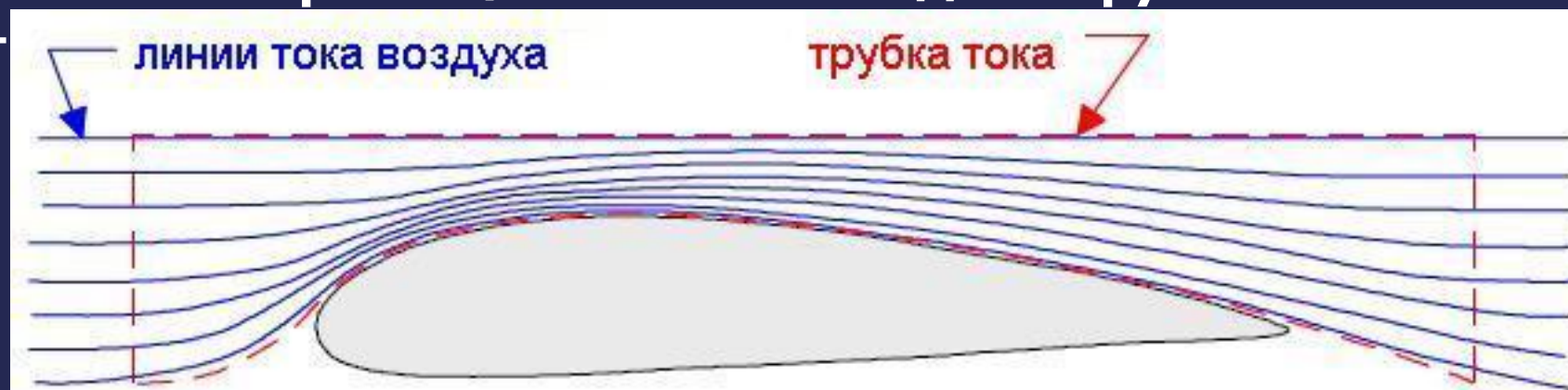
Занятие I



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.

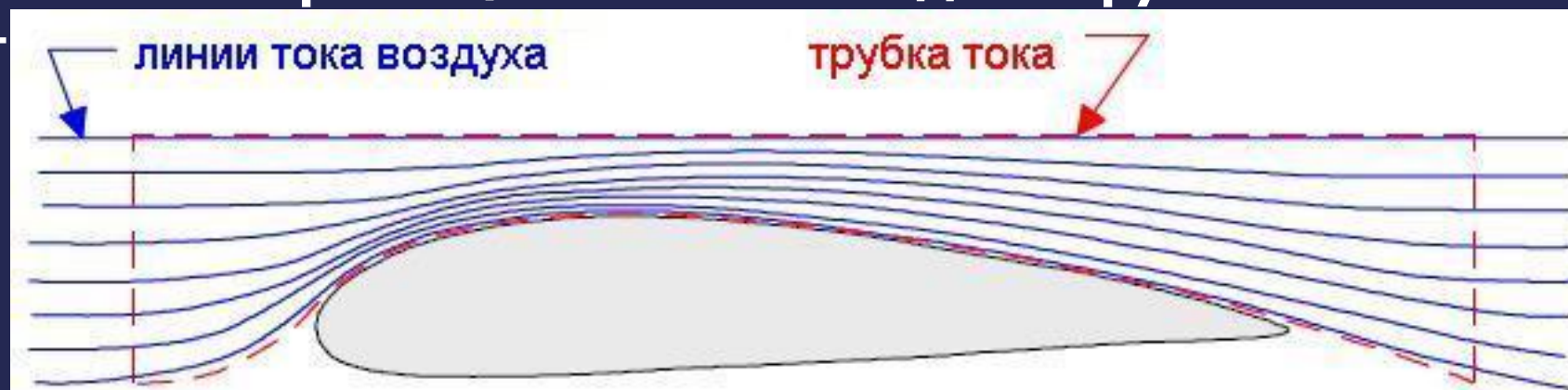
Трубка тока – это воображаемая труба со стенками из линий тока воздуха. Весь воздух внутри трубки тока перемещается только вдоль трубки и не выходит за её боковые границы.



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

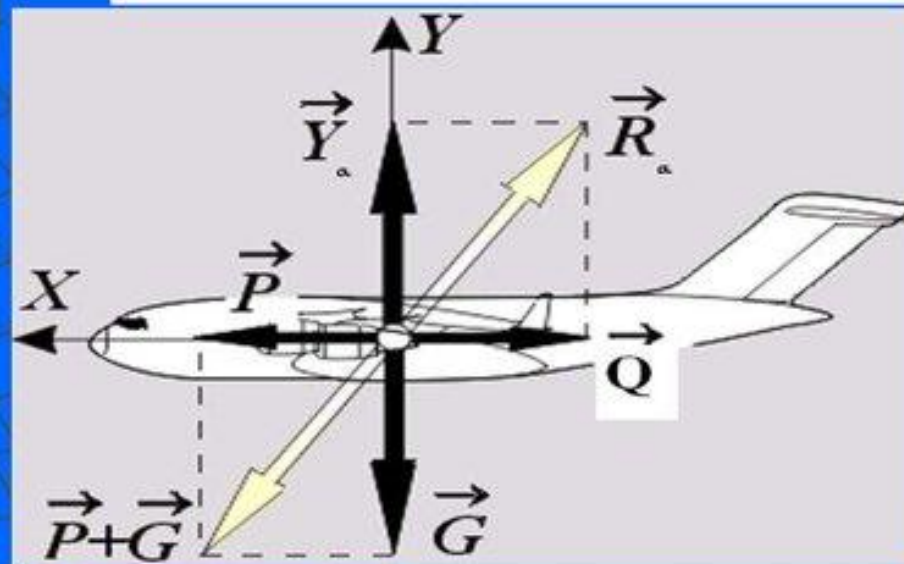
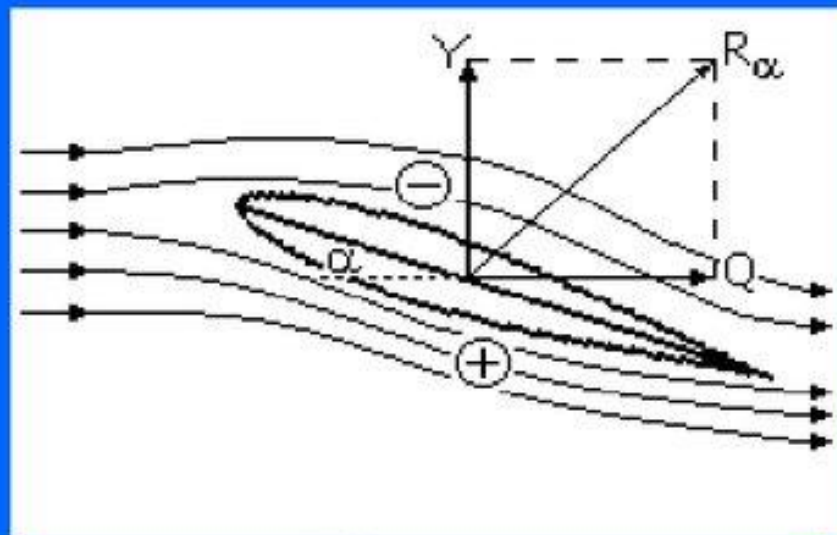
$$\vec{P} + \vec{Y} = \vec{Q} + \vec{G}$$

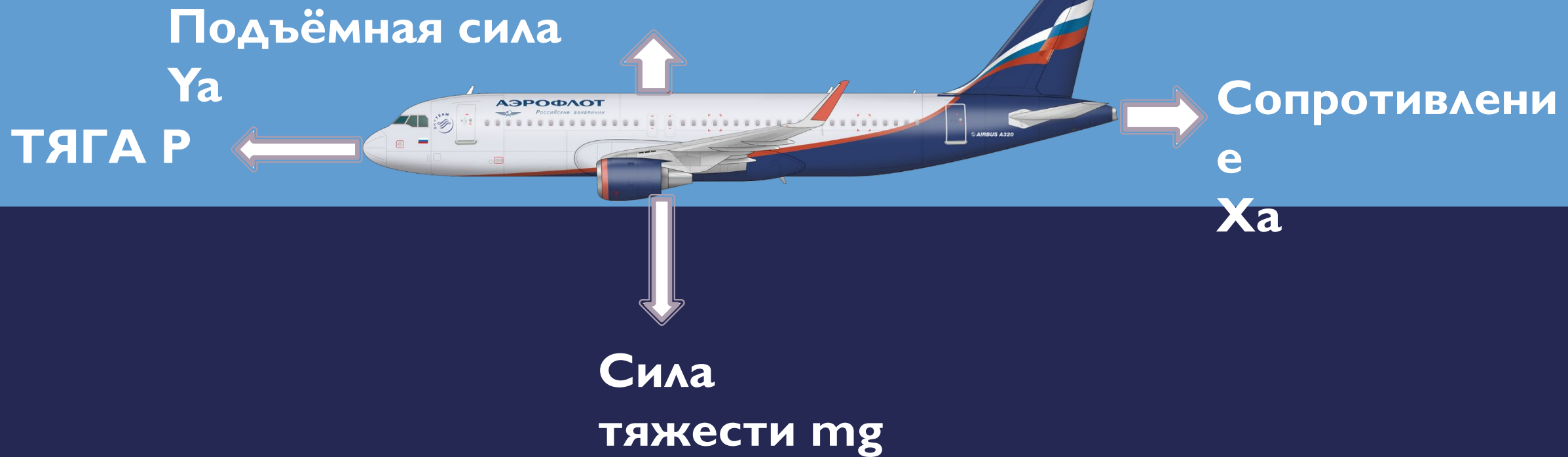
P – сила тяги двигателей,

Y – подъемная сила

Q – сила лобового сопротивления,

G – вес самолета







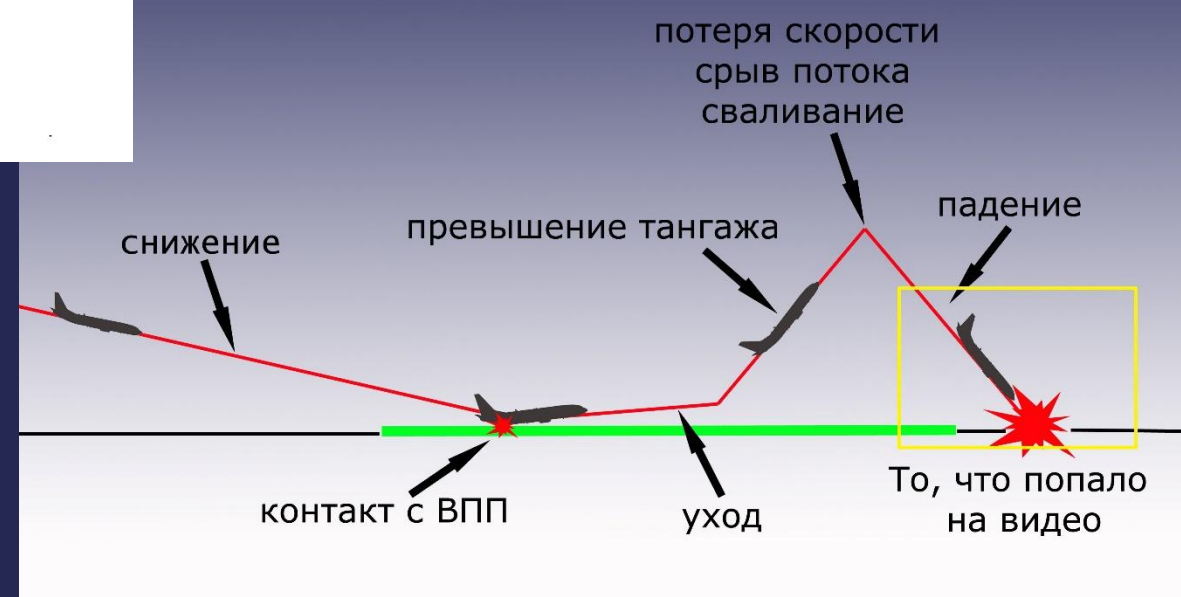
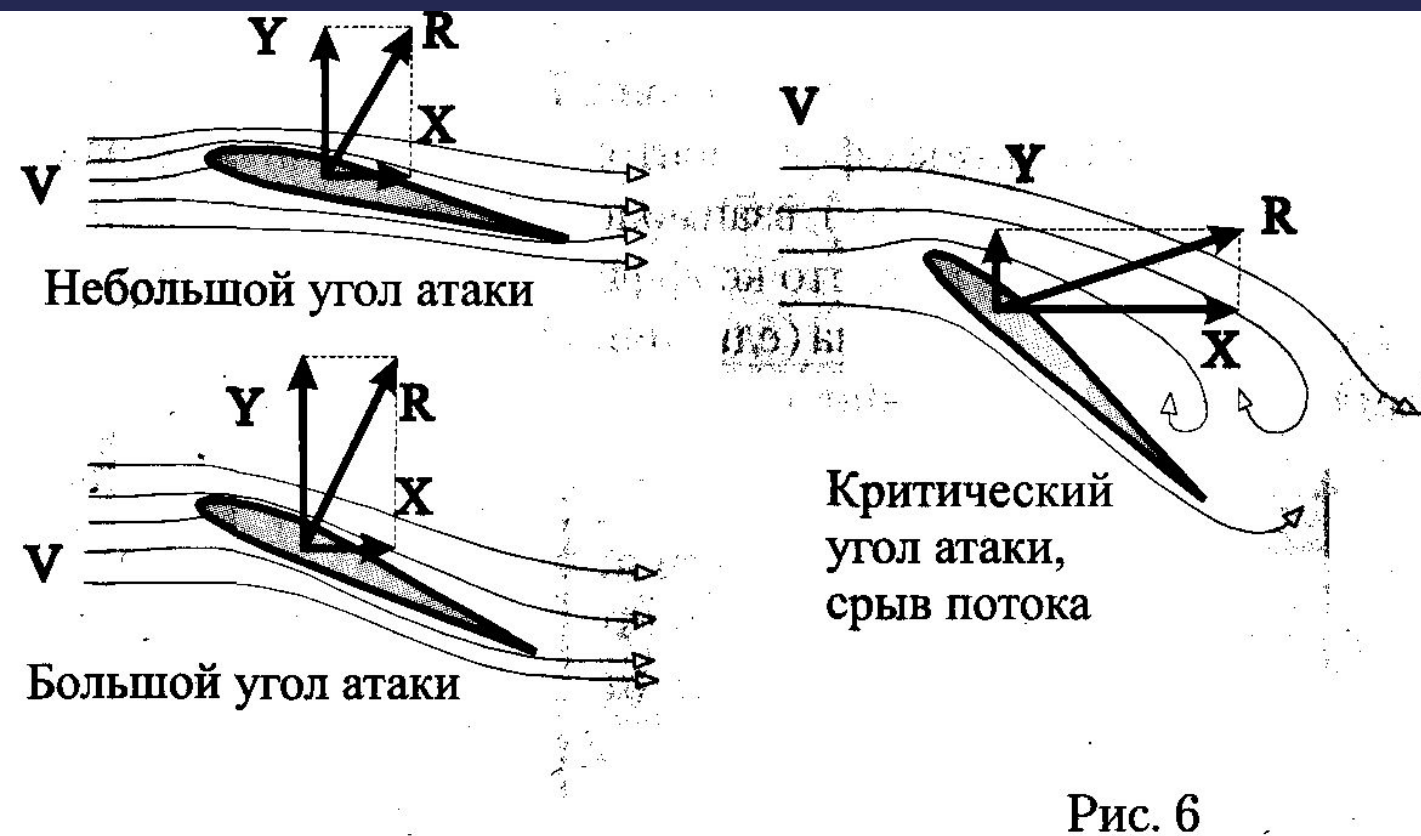
Какие силы действуют на самолет по оси X , которая важна нам для взлета? Используем второй закон Ньютона:

$$F_T - F_{тр} = Ma$$

, где a — ускорение самолета относительно земли (не ленты)

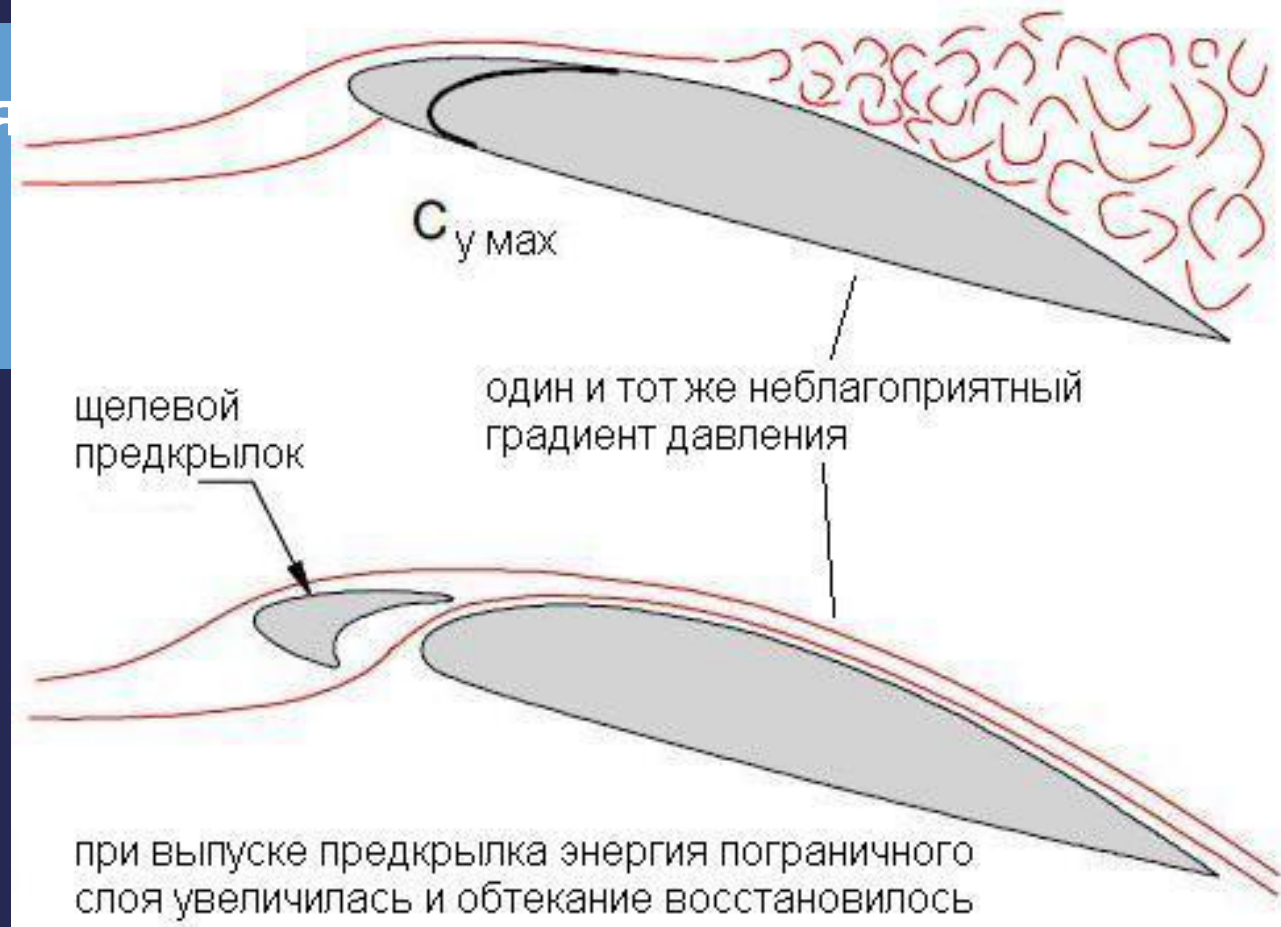
Отсюда $a = \frac{F_T - F_{тр}}{M}$. Вы согласны, что a не будет равно нулю?





Процесс сдува пограничного слоя

Предкрылки



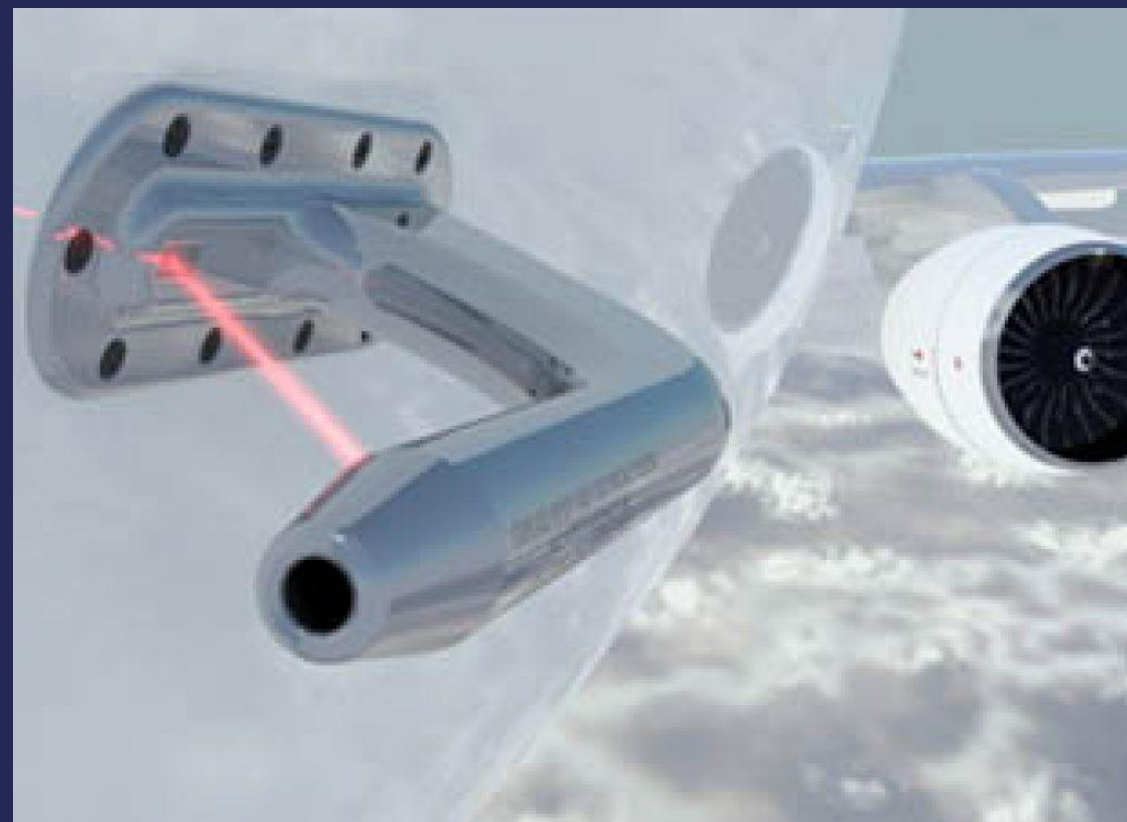
ВИДЫ СКОРОСТЕЙ САМОЛЁТА

Истинной воздушной скоростью называется скорость движения самолета относительно воздушных масс.

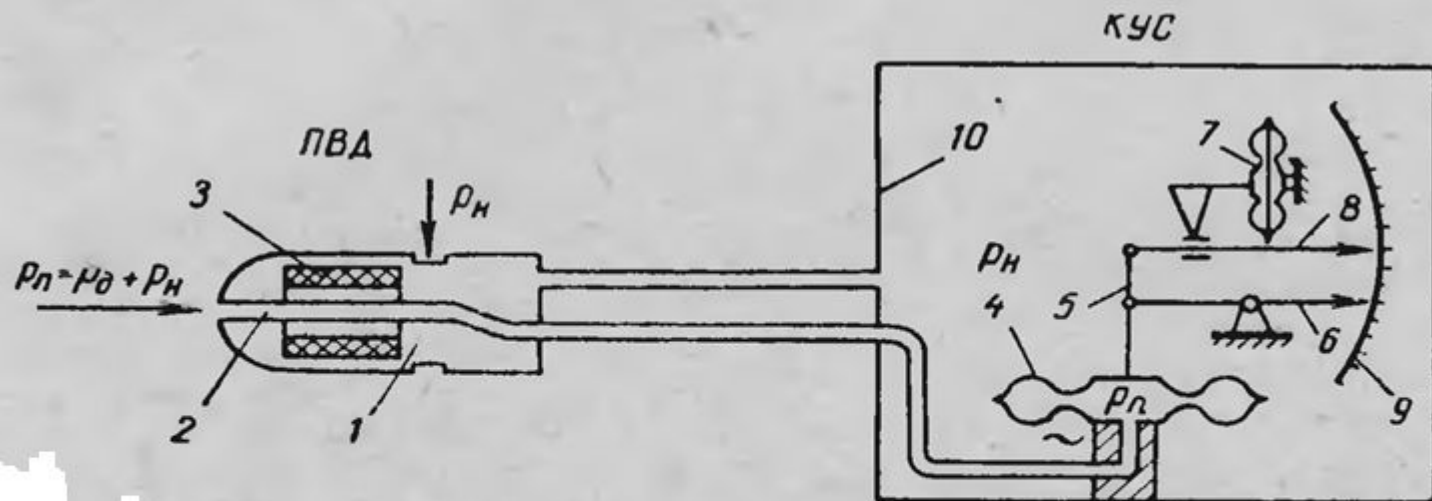
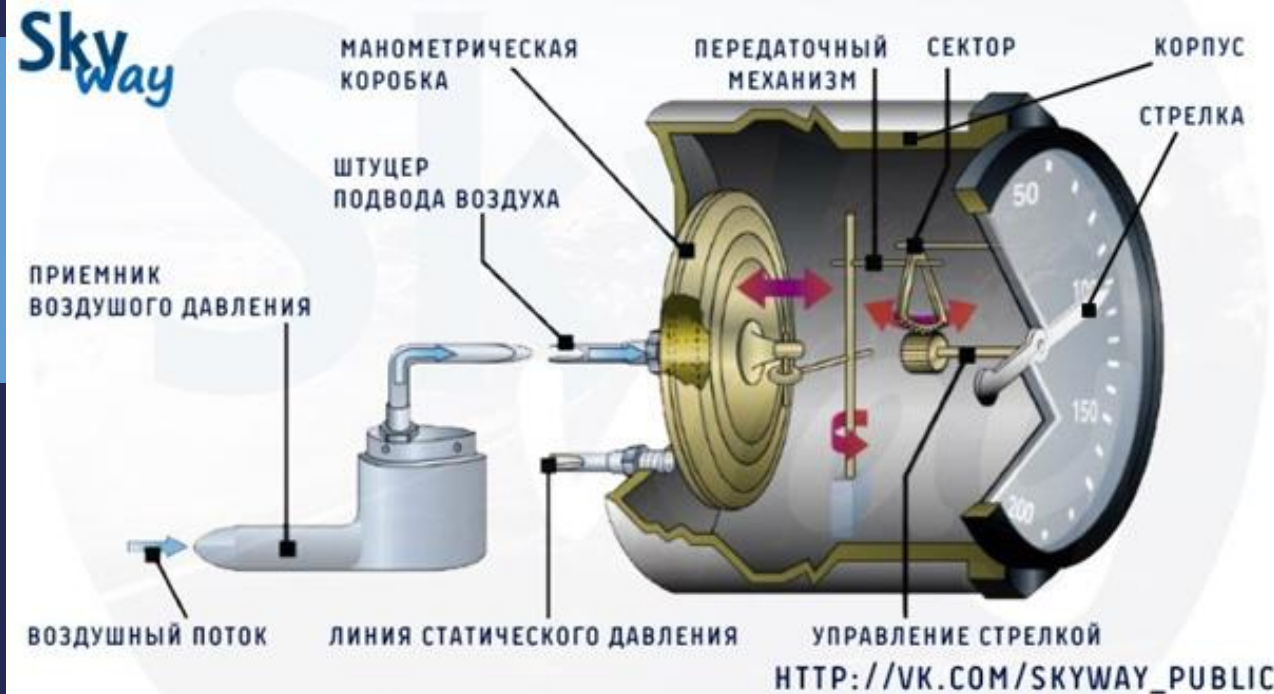
Приборной (индикаторной) скоростью называется истинная воздушная скорость, приведенная к нормальной плотности воздуха. Если полет происходит при нормальной плотности воздуха ($\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$), то приборная скорость совпадает с истинной.

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



11. Расчетные формулы для индикаторной, истинной воздушной скорости и числа М

Градуировочная формула измерителя истинной скорости:

$$V = \sqrt{\frac{2P_d}{\rho}} \quad (3)$$

Для исключения из выражения плотности полагаем воздух идеальным газом. При этом выражение (5.3) с учетом примет следующий вид:

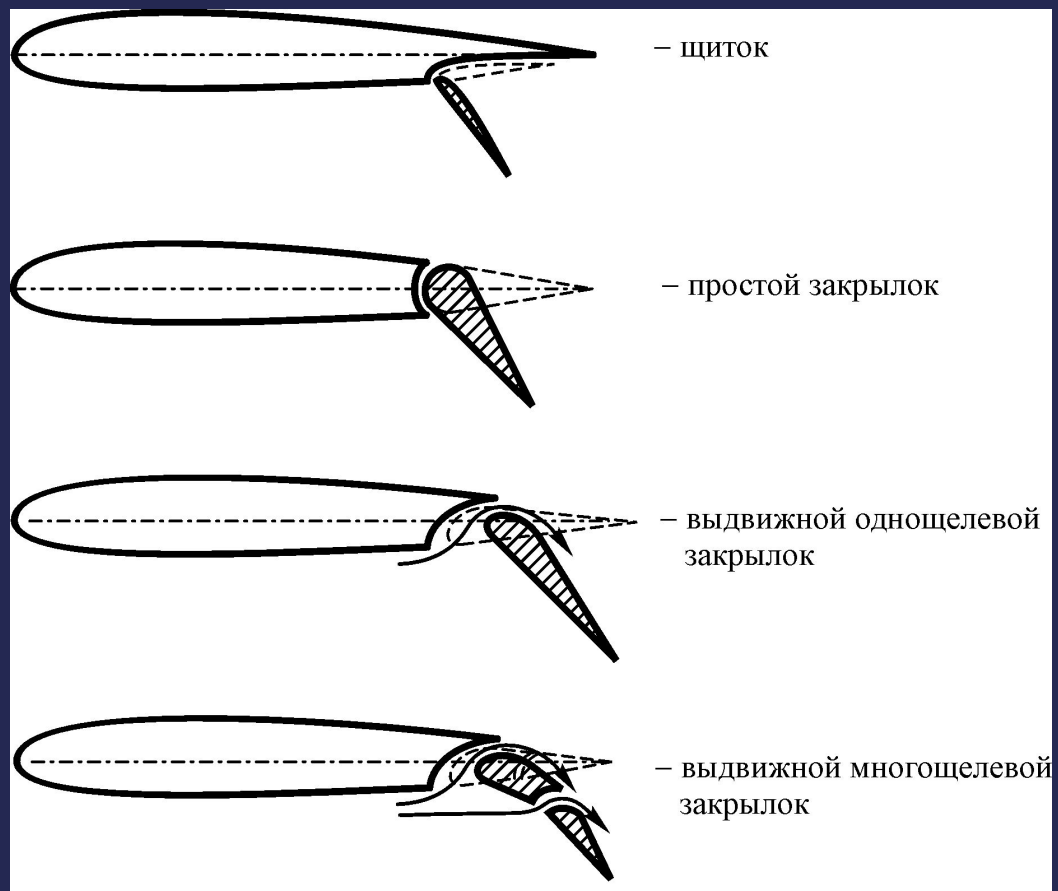
$$V = \sqrt{\frac{2R_{y\partial}TP_d}{P_{cm}}}$$

$$\rho = \frac{P_{cm}}{R_{y\partial}T}$$

T – температура атмосферного воздуха на высоте полета;
 $R_{уд}$ – удельная газовая постоянная

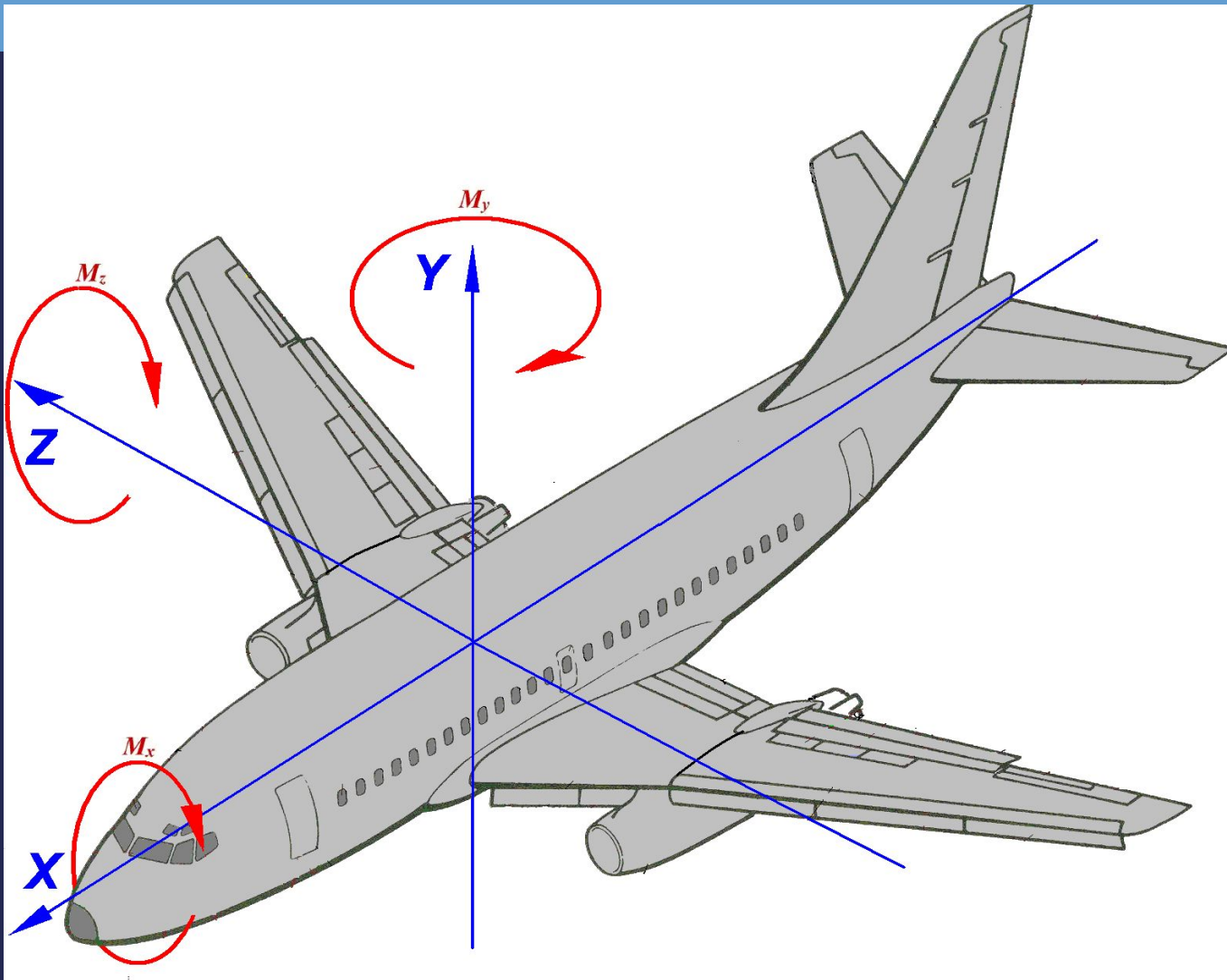
Таким образом, для измерения скорости V в общем случае нужно иметь три ЧЭ, измеряющих значения P_d , $P_{ст}$ и T .

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.

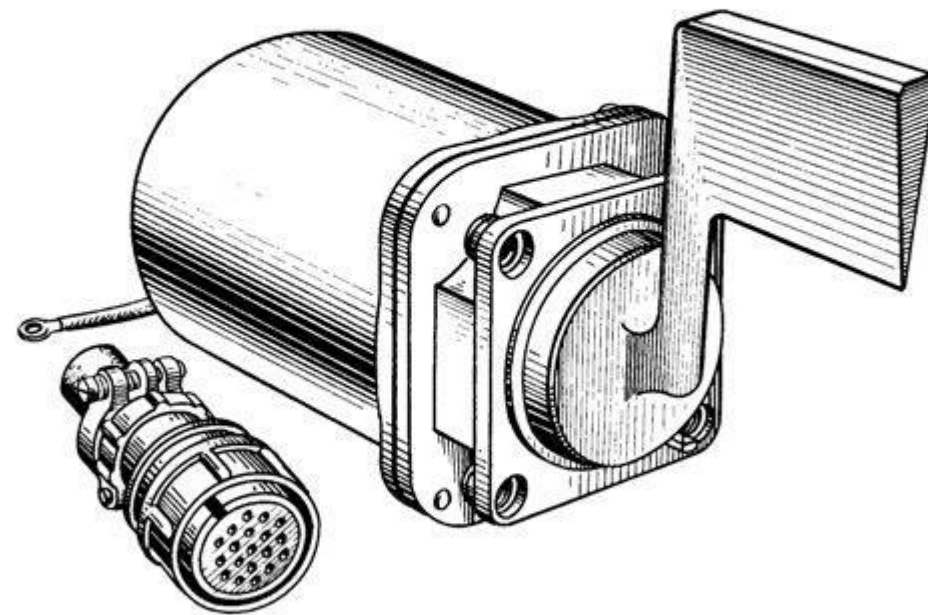
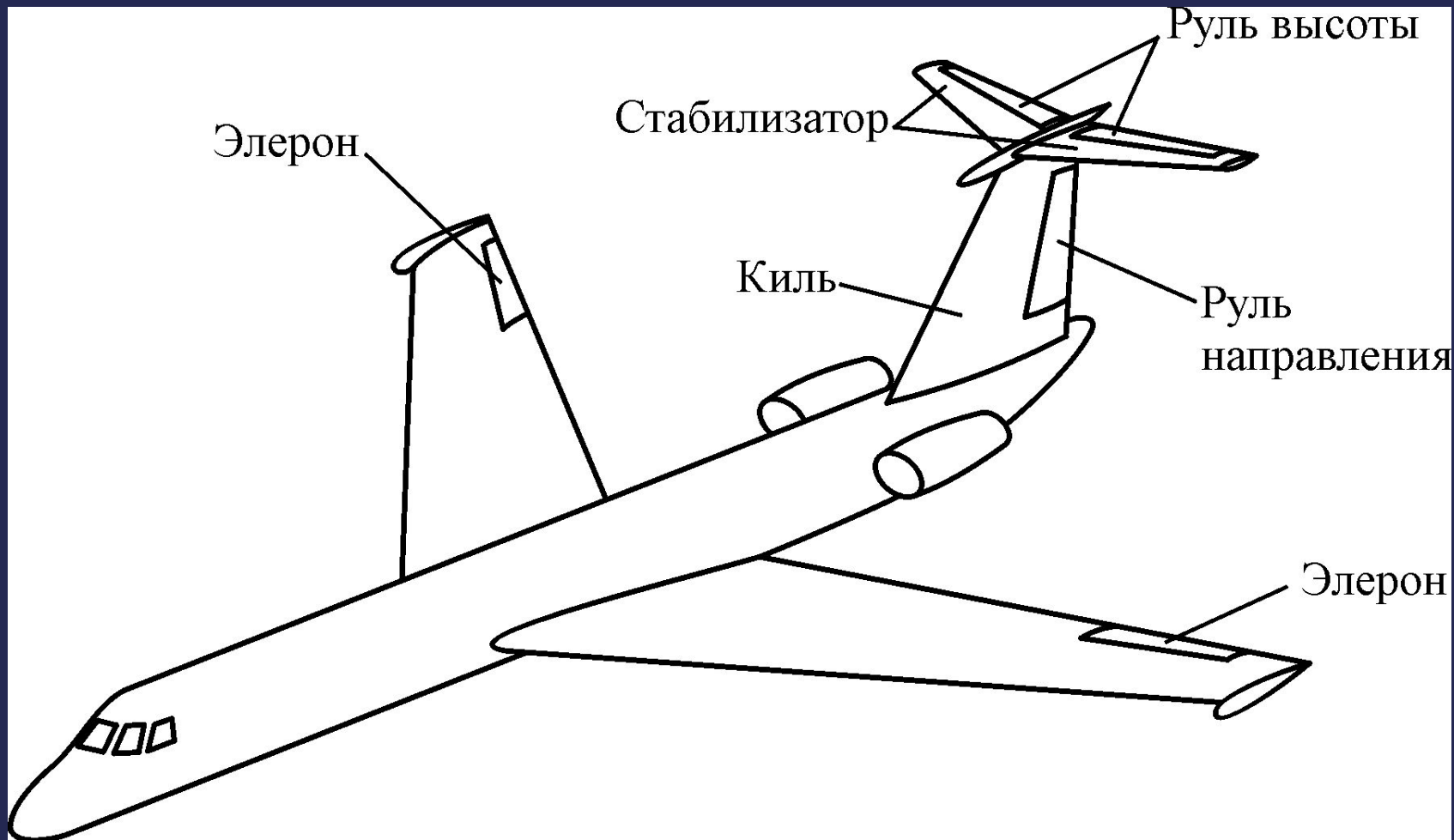


Рис.20. Датчик углов атаки ДУА

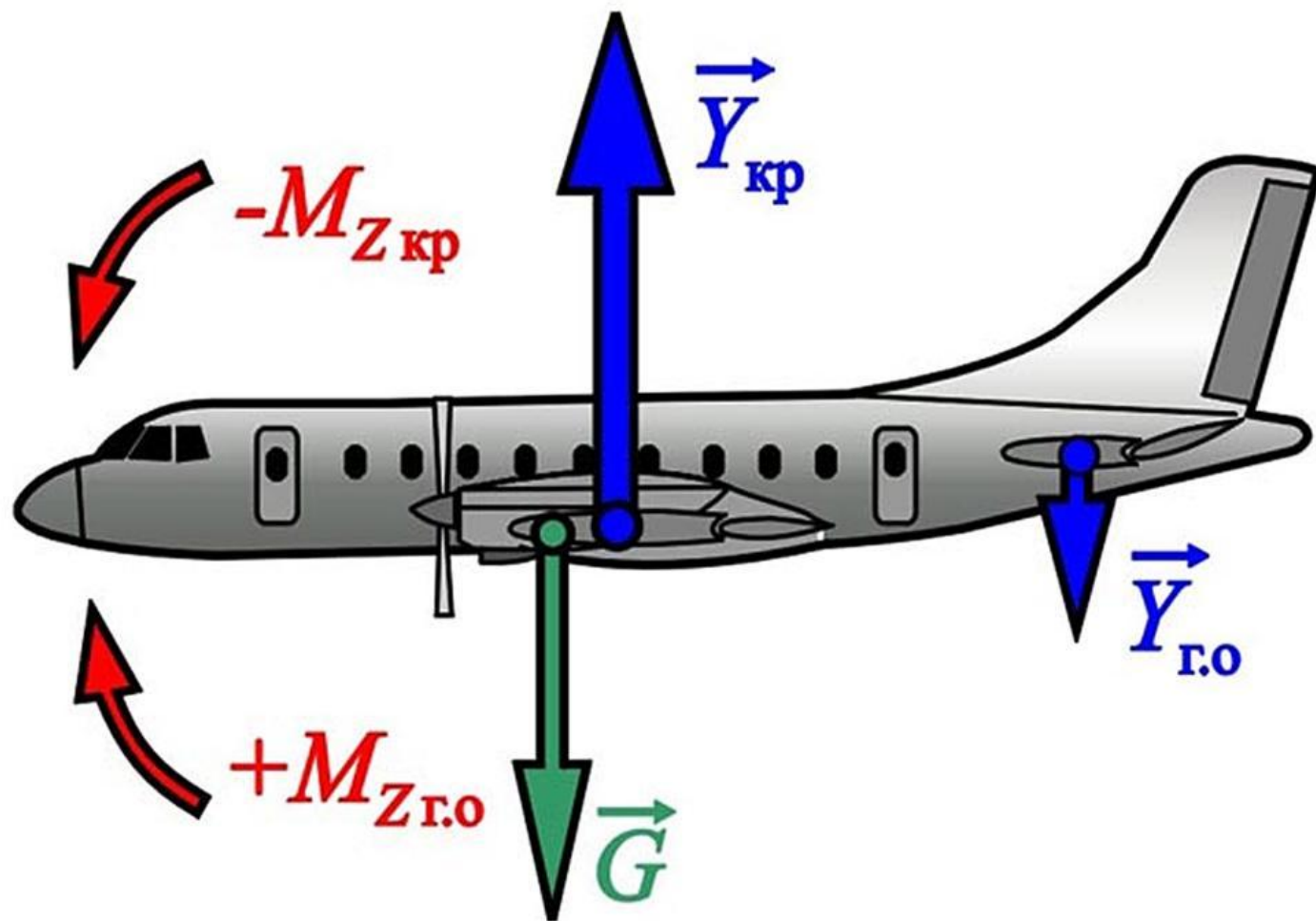
УПРАВЛЕНИЕ САМОЛЁТОМ

РУЛИ



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

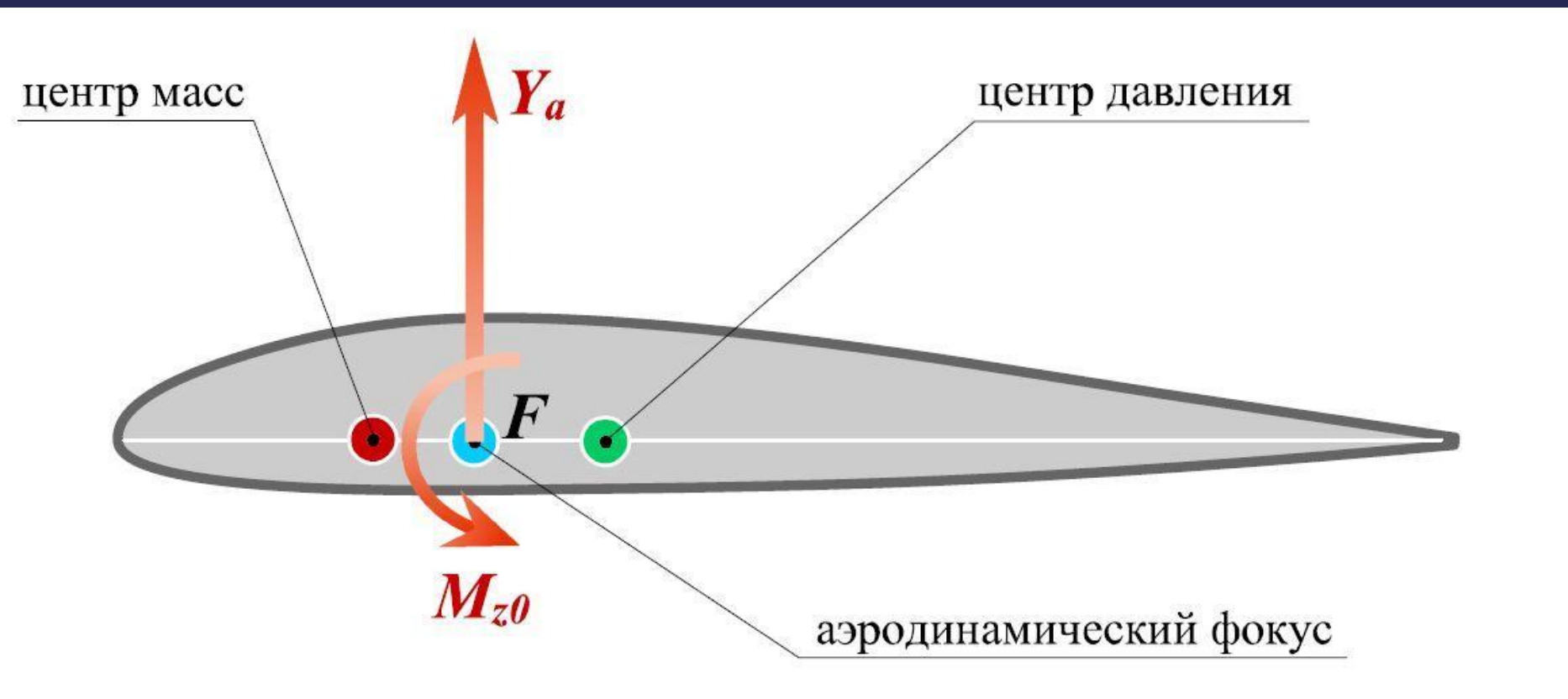
МОМЕНТЫ ТАНГАЖА ОТ КРЫЛА И СТАБИЛИЗАТОРА



- Крыло создаёт пикирующий момент
- Стабилизатор создаёт кабрирующий момент
- Их равенство обеспечивает равновесия самолёта

МОМЕНТЫ ТАНГАЖА ОТ КРЫЛА И СТАБИЛИЗАТОРА

- Для устойчивого самолёта фокус должен располагаться за центром масс самолёта.



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)

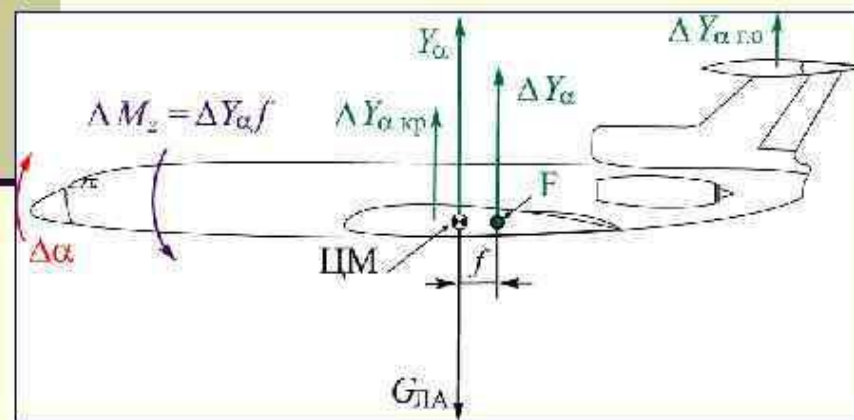
УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ САМОЛЁТА



Основы аэродинамики Устойчивость самолета

Устойчивость самолета – его способность самостоятельно (без вмешательства пилота) восстанавливать случайно нарушенное равновесие.

Если самолет устойчив, то при случайном нарушении равновесия появится стабилизирующий момент ΔM_z , возвращающий самолет в прежнее состояние.

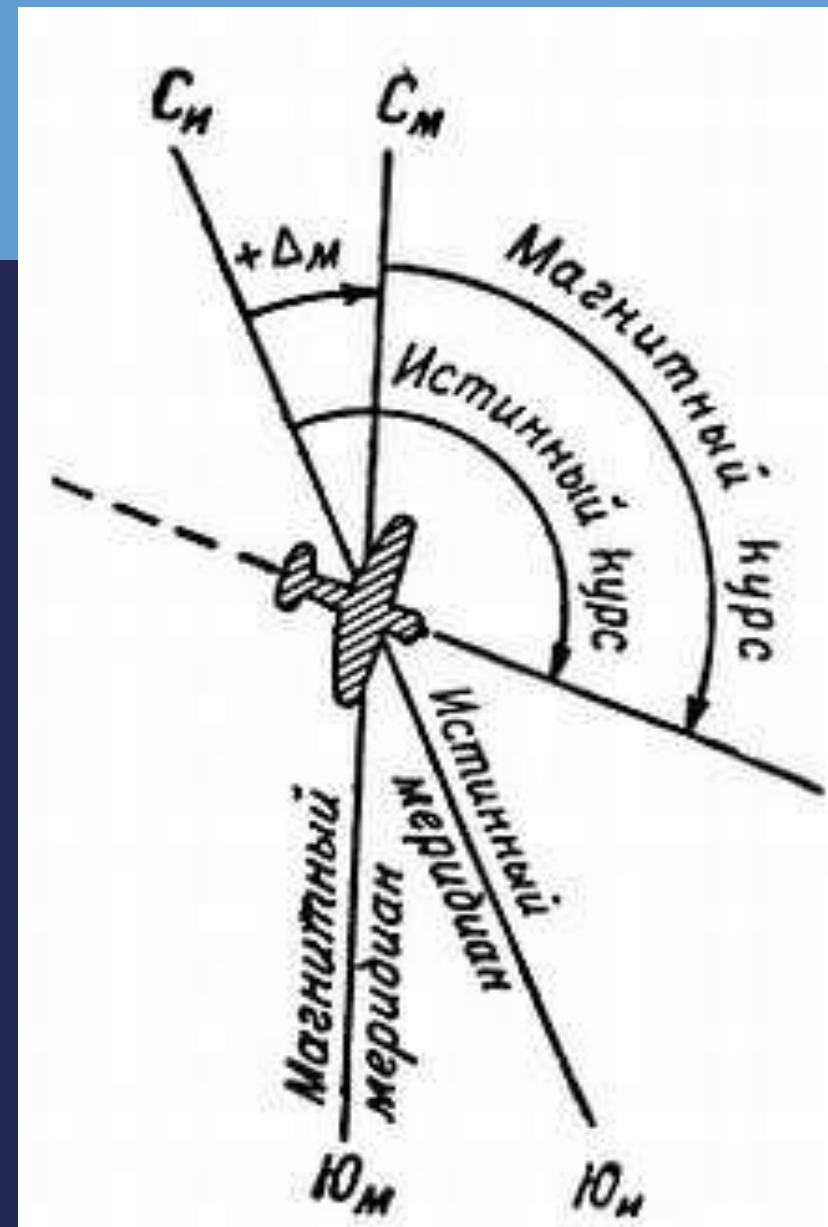
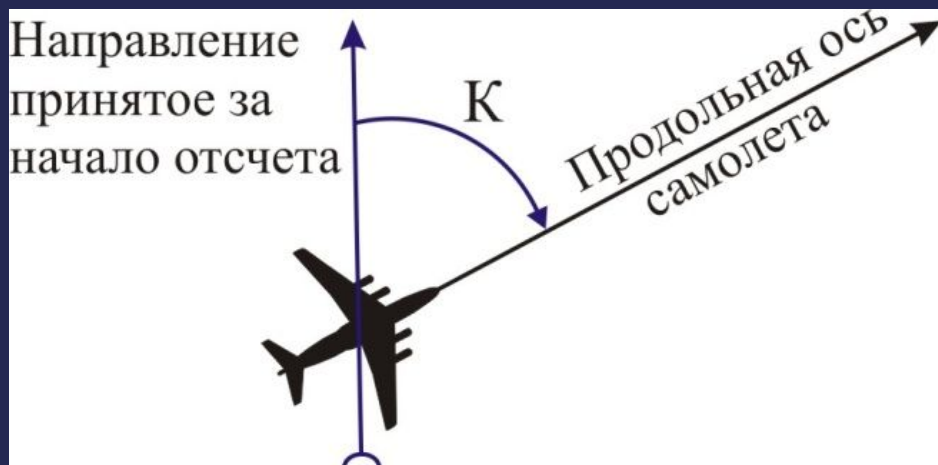


F – фокус
(точка приложения
равнодействующей
приращения
подъемной силы
 ΔY_α при росте α)

**F устойчивого
самолета за ЦМ**

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° до 360° по часовой стрелке.



ПОНЯТИЕ ВЫСОТЫ ВС

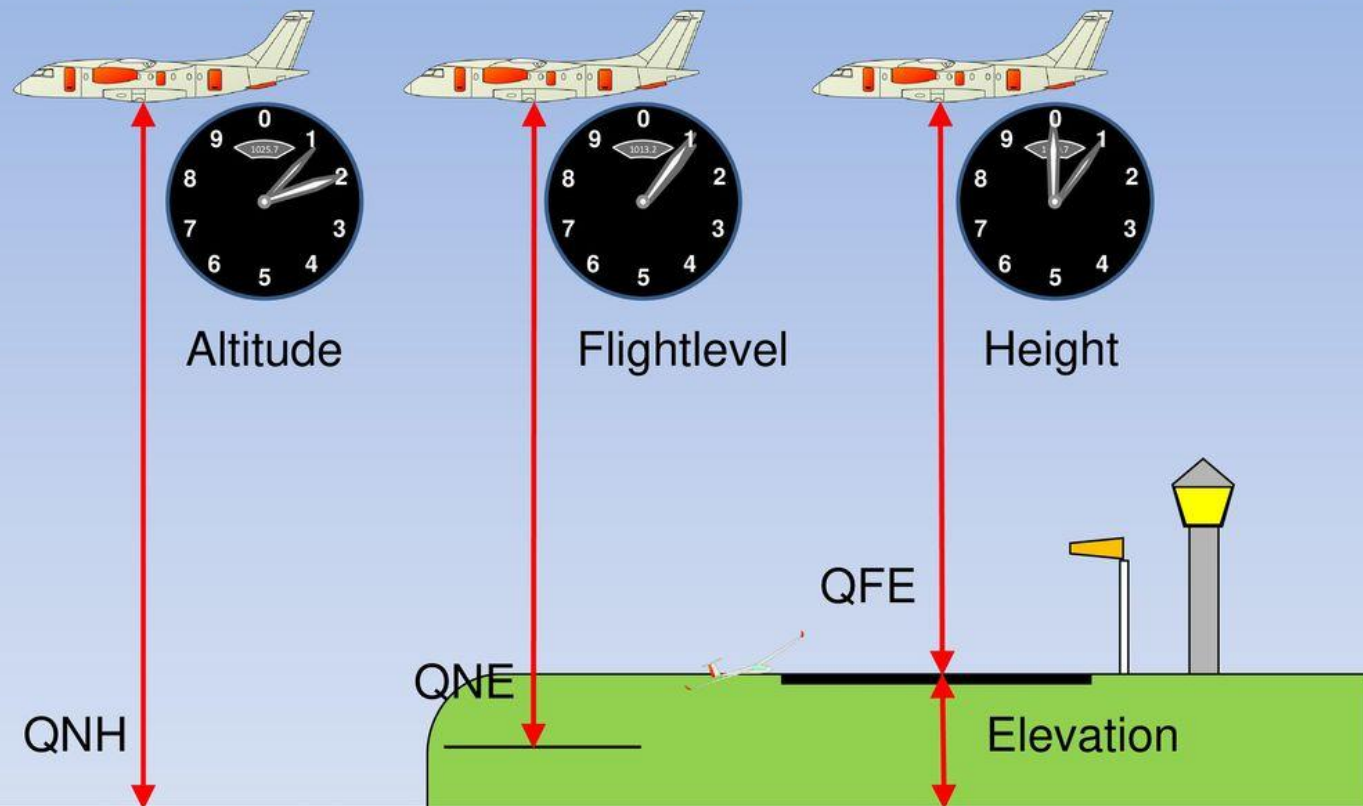


ПОНЯТИЕ ВЫСОТЫ ВС

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.