

19 января 2008 года

- как у крыла возникает подъёмная сила и от чего она зависит,
- что такое зависимость между величинами и как «вычислить» на сколько одна величина зависит от другой.

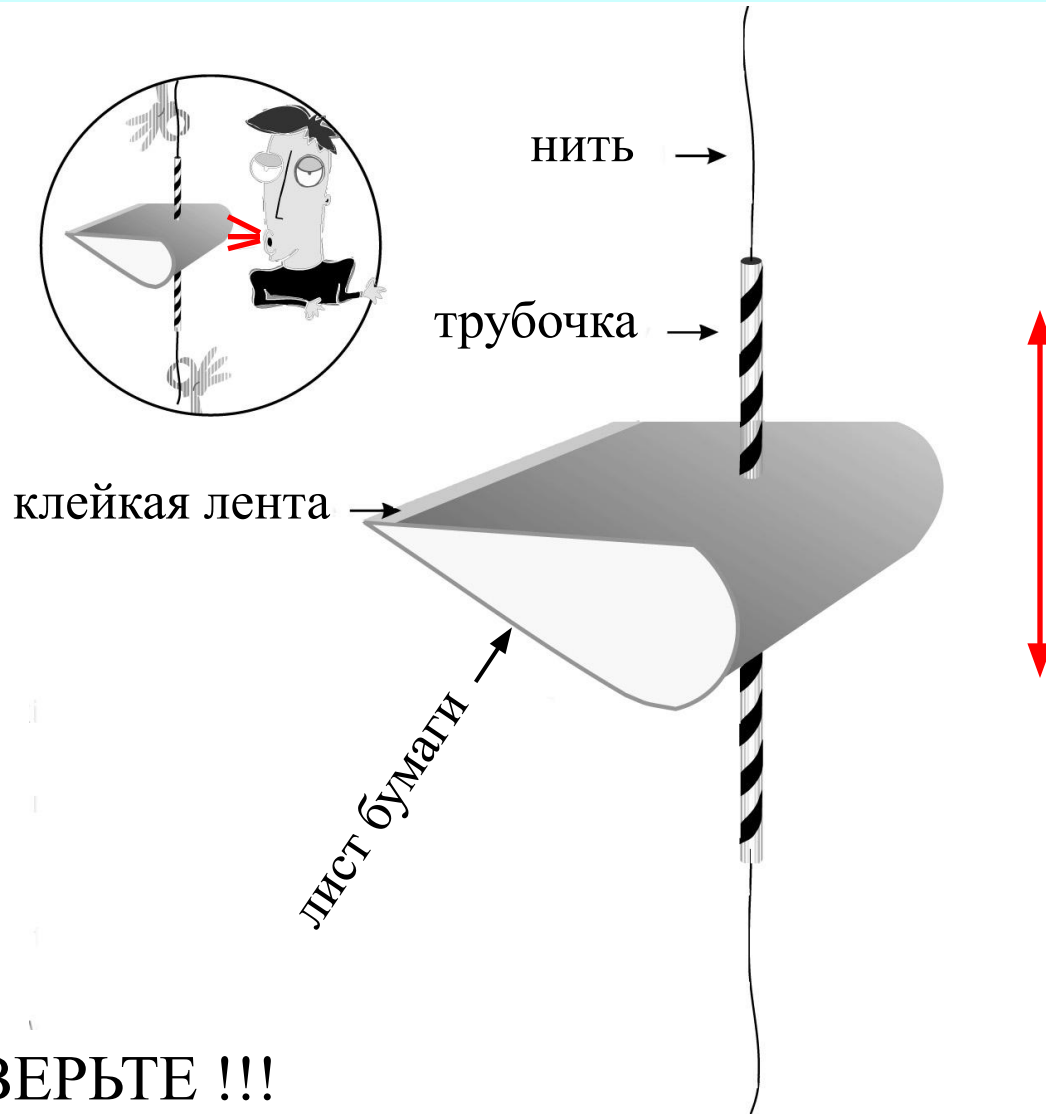
Вопросы для повторения:

- Какие опыты поставили, чтобы показать роль сил поверхностного натяжения в дыхании?
- Почему постоянный синтез сурфоктантов помогает нам дышать, и что происходит, когда он прекращается?
- Почему аквалангисты должны дышать под водой сжатым воздухом?
- Почему при спуске на большие глубины водолазы не могут использовать сжатый воздух, а должны приготавливать специальные дыхательные смеси?
- Что такое кессонная болезнь и как её избежать?

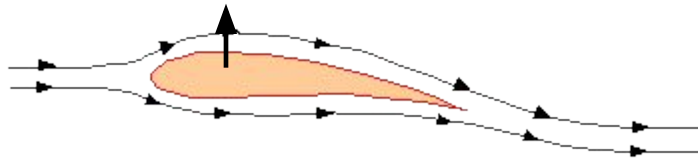
17 декабря 1903 года братья Райт (Wright) из США совершили первый полёт на самолёте, пролетев за 12 сек всего 40 м



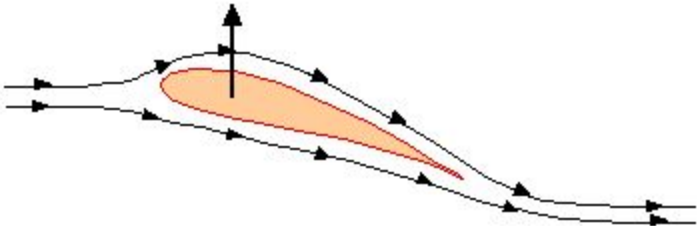
Демонстрация подъёмной силы свёрнутого листа бумаги



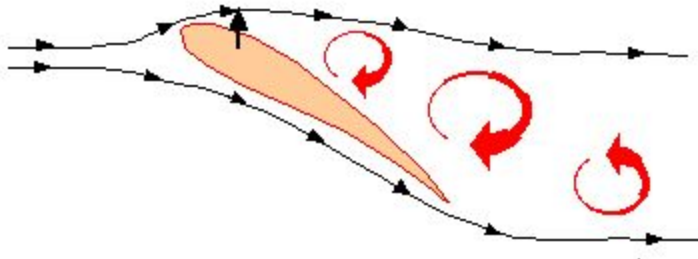
Движение воздуха вокруг крыла



горизонтальный полёт



набор высоты



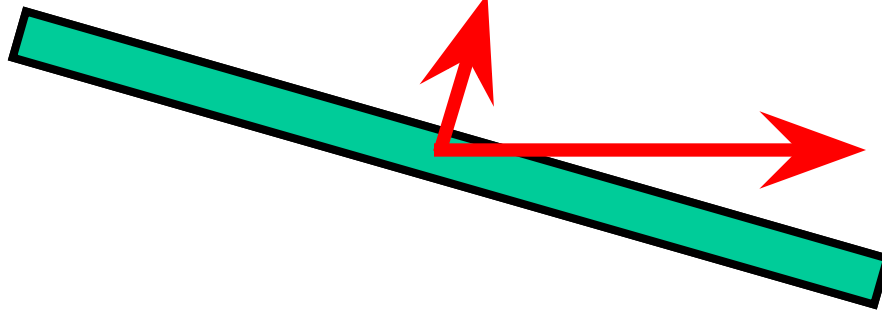
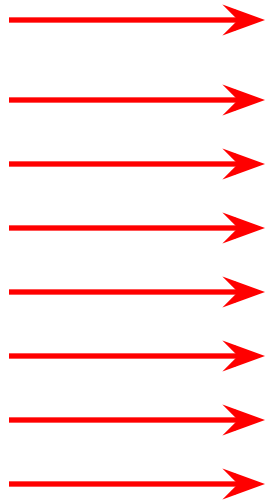
резкое уменьшение подъёмной силы

[анимации](#)

- скорость воздуха, обтекающего крыло сверху всегда больше, чем снизу,
- крыло всегда отклоняет воздух вниз

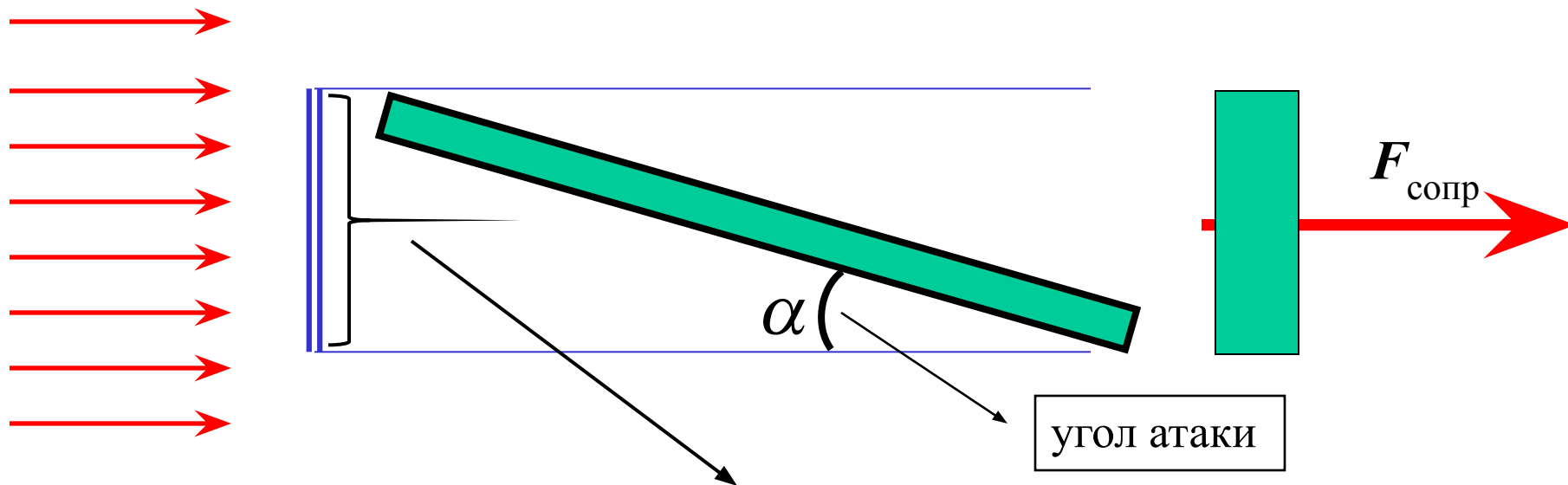
Силы, действующие на плоскость в воздушном потоке

подъёмная сила



сопротивление воздуха

Сила сопротивления воздушному потоку



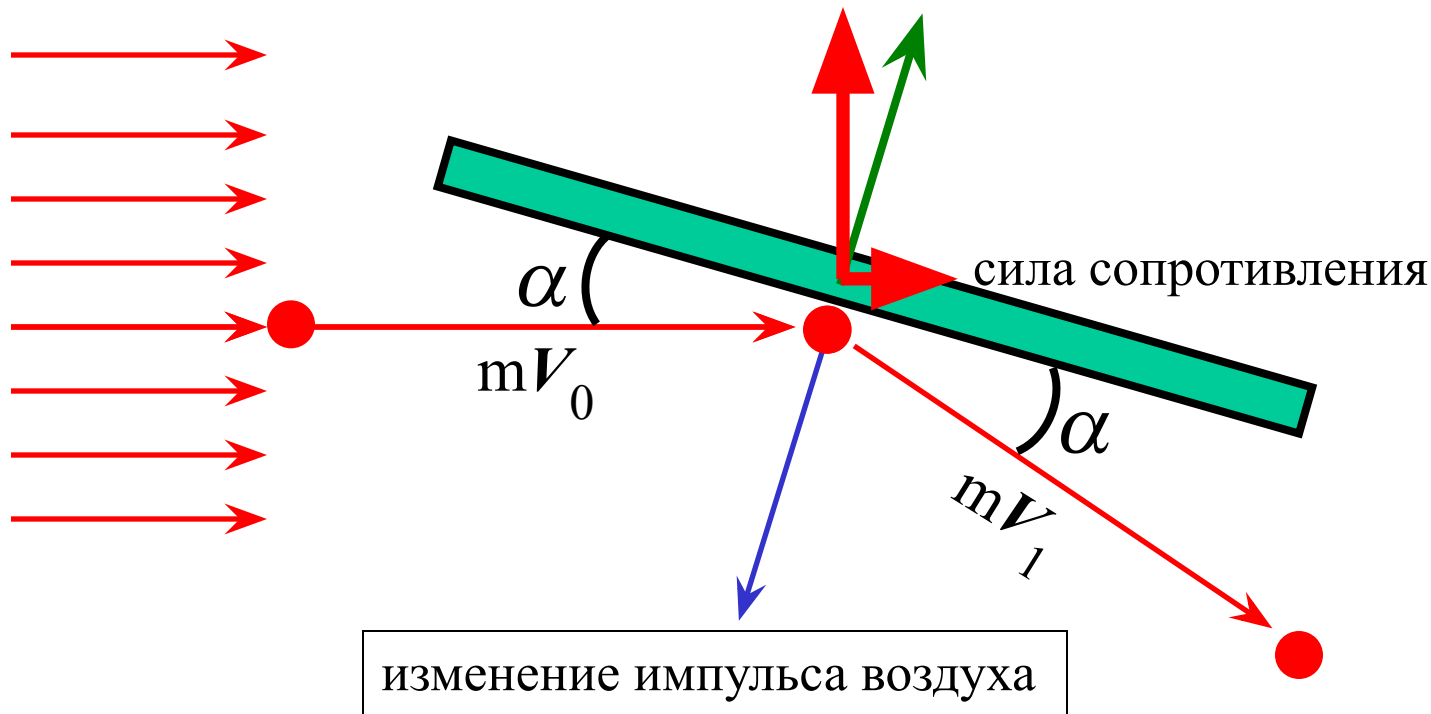
поперечное (лобовое) сечение крыла в направлении движения

Сила сопротивления пропорциональна числу молекул воздуха, которых “останавливает” крыло, их массе и скорости

$$F_{\text{сопр}} = C_{\text{сопр}} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S$$

где ρ - плотность воздуха, V - скорость самолёта, а S - площадь его крыла

Подъёмная сила воздушного потока



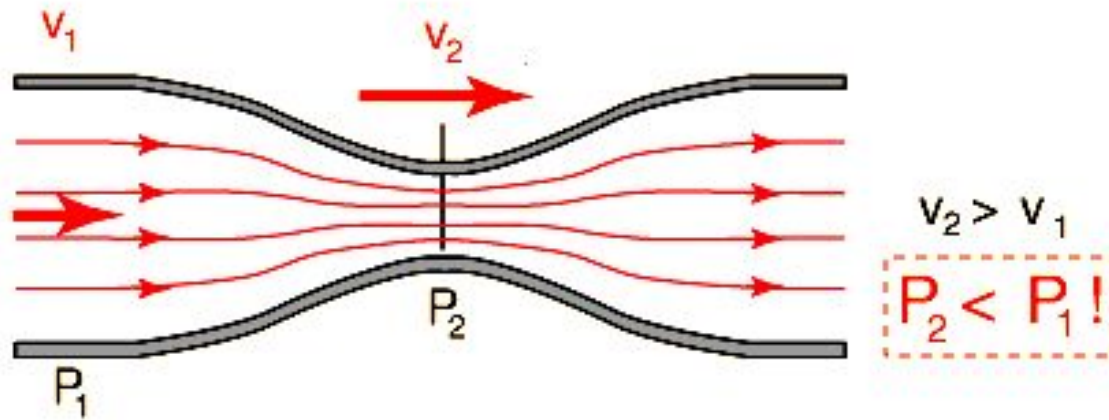
Подъёмная сила пропорциональна числу молекул воздуха, которых “поворачивает” крыло, их массе и скорости

$$F_{под} = C_{под} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S$$

где ρ - плотность воздуха, V - скорость самолёта, а S - площадь его крыла

«Другое» объяснение природы подъёмной силы крыла *вспомним закон Бернулли*

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

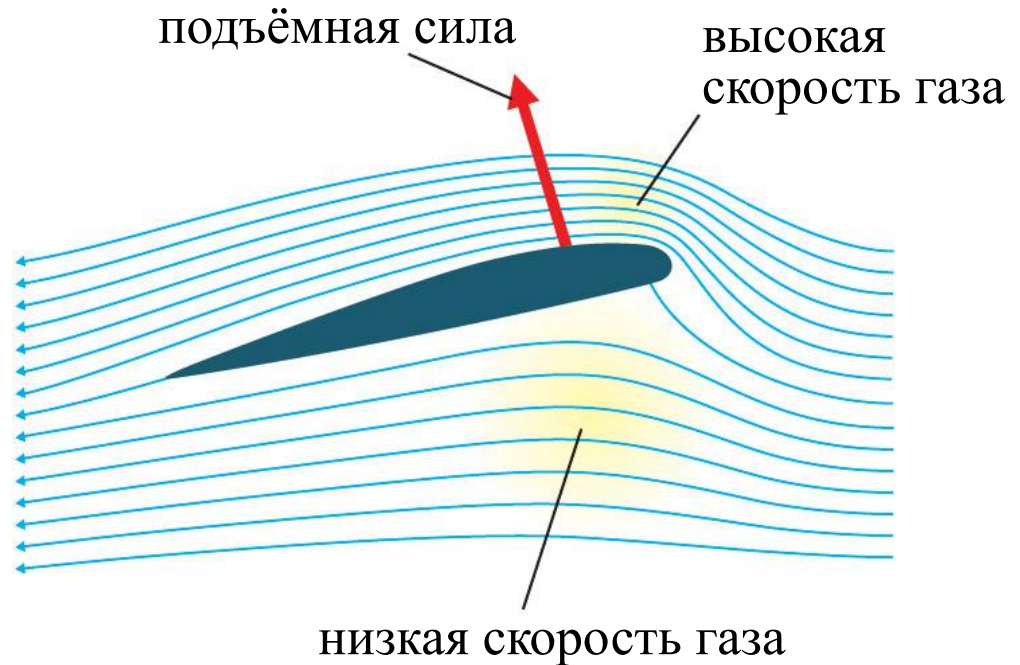


закон Бернулли - закон сохранения
суммы кинетической и потенциальной энергии для газа

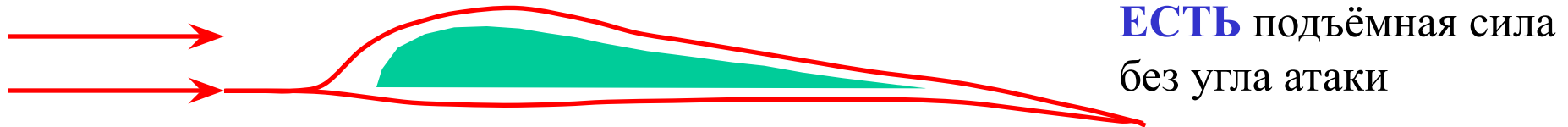
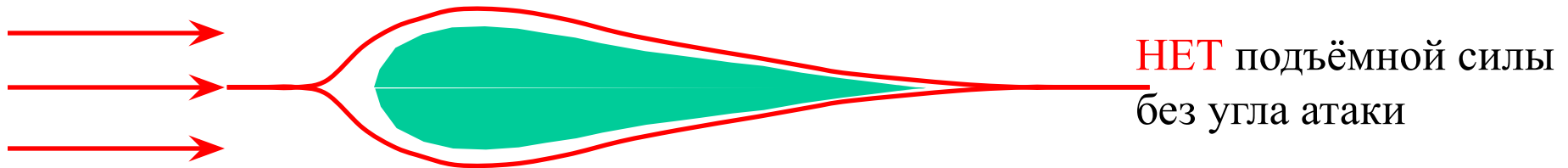
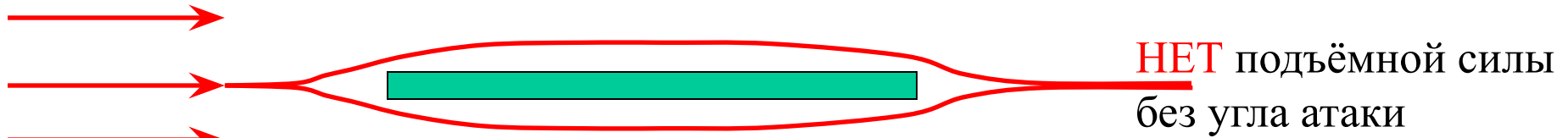
«Другое» объяснение природы подъёмной силы крыла

закон Бернулли -
закон сохранения
суммы кинетической
и потенциальной
энергии для газа

$$p + \rho \cdot \frac{V^2}{2} = const$$



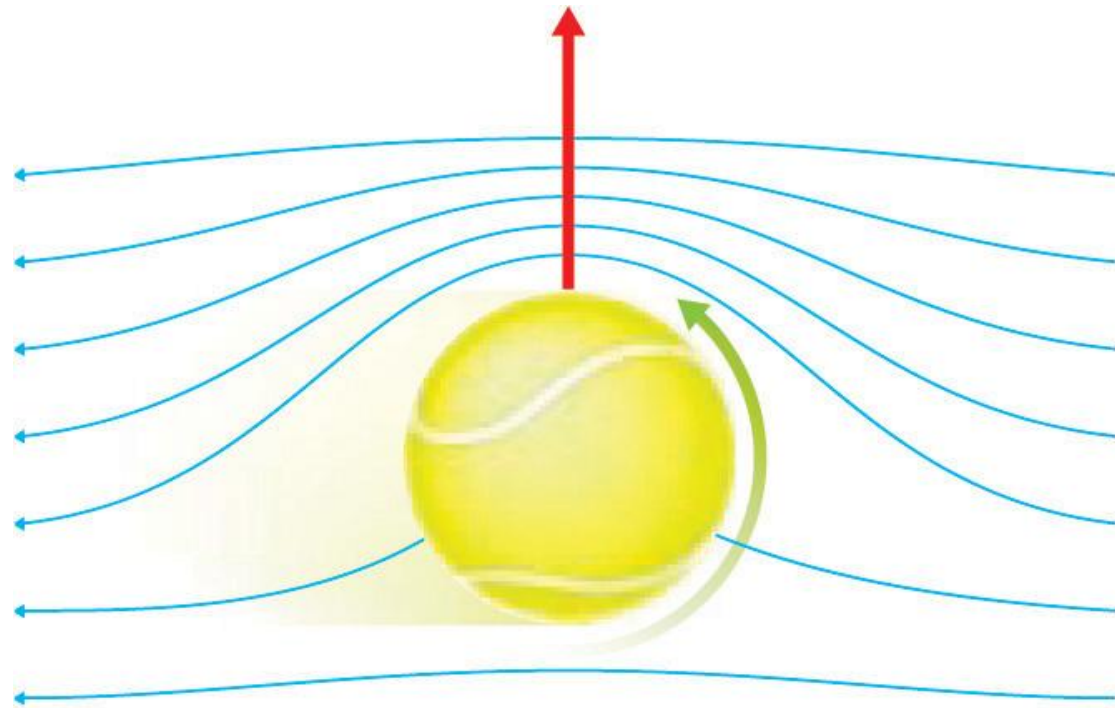
Каким должно быть крыло, чтобы работать по Бернулли (без угла атаки)?



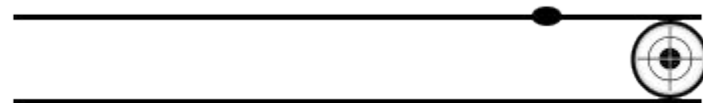
Верхняя часть крыла у самолета изогнута, что заставляет воздух над крылом двигаться быстрее, чем под крылом.

Подъёмная сила, действующая на летящий закрученный мяч

Слой воздуха рядом с мячом движется вместе с мячом из-за вязкости воздуха

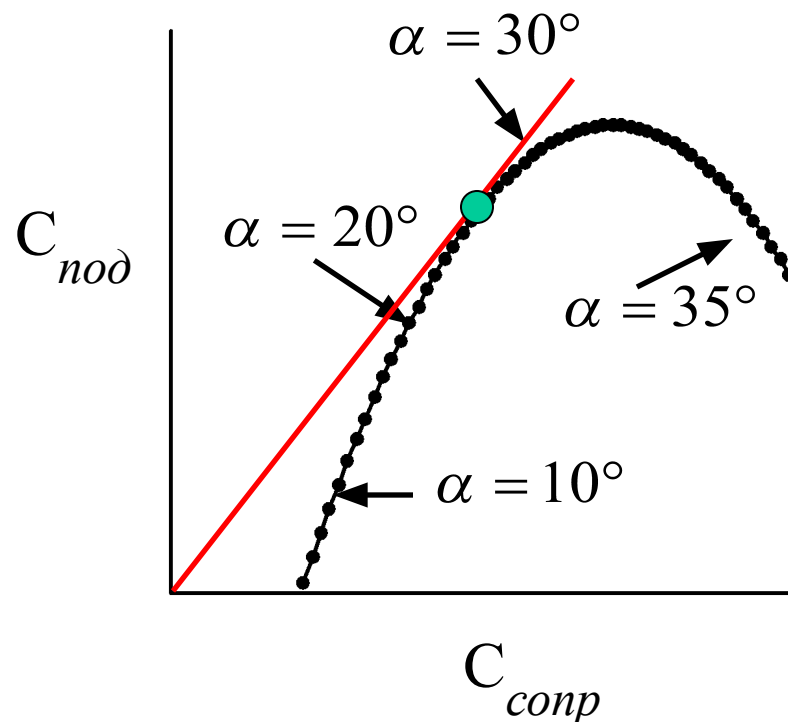
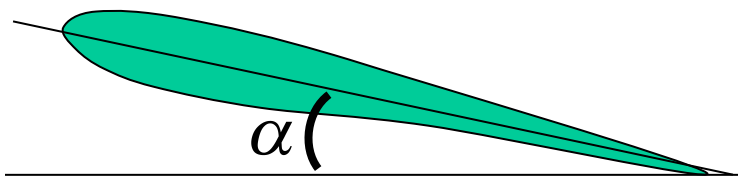


Как раскручивают мяч



Зависимость качеств крыла от угла атаки

$$\begin{aligned} F_{под} &= C_{под} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \\ F_{сопр} &= C_{сопр} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \end{aligned}$$

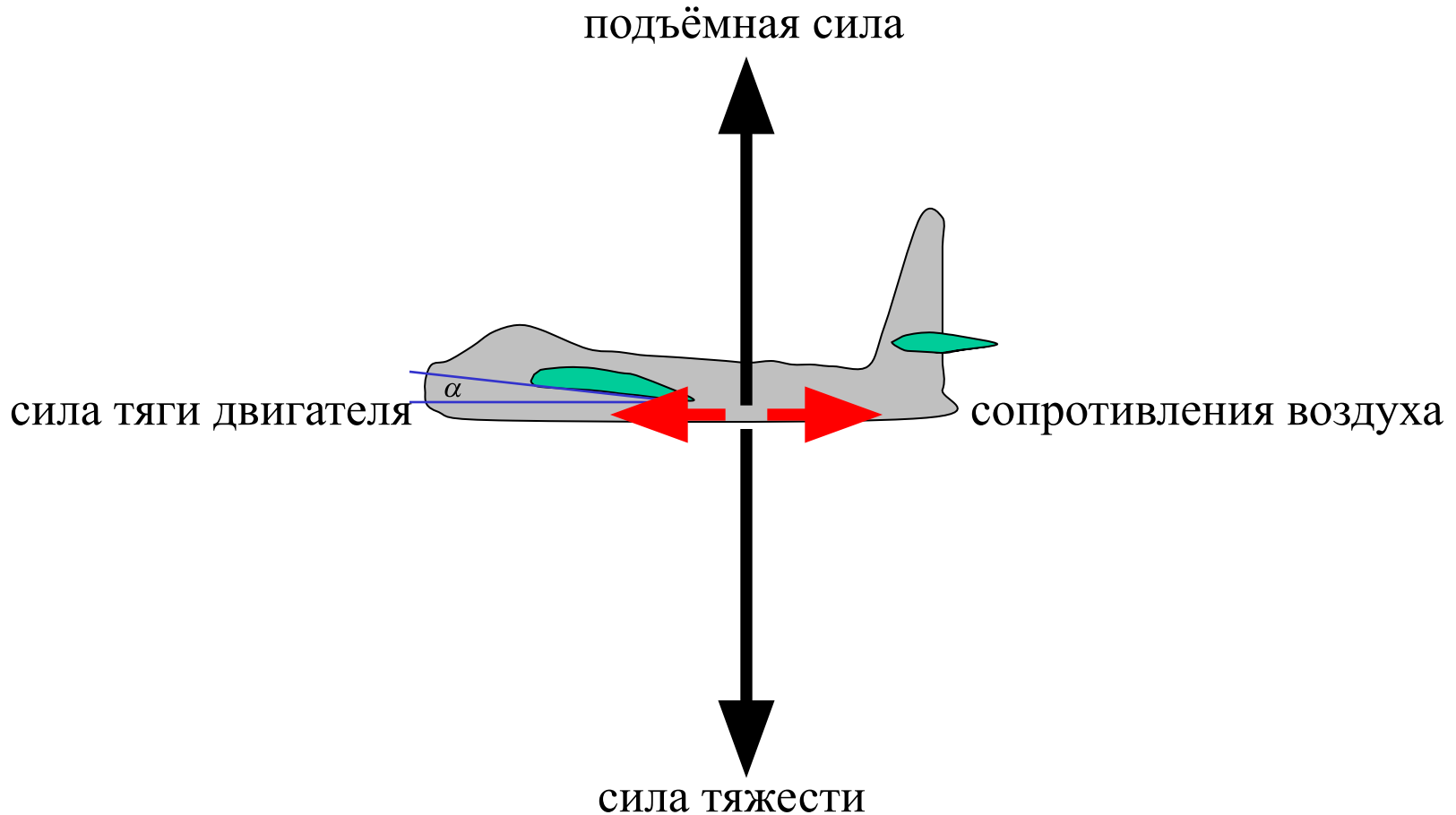


Задача пилота - лететь при максимальном $F_{под}/F_{сопр}$

Как найти угол атаки, соответствующий оптимальному полёту?

$$\alpha_{opt} \approx 25^\circ$$

Силы, действующие на самолёт при горизонтальном полёте

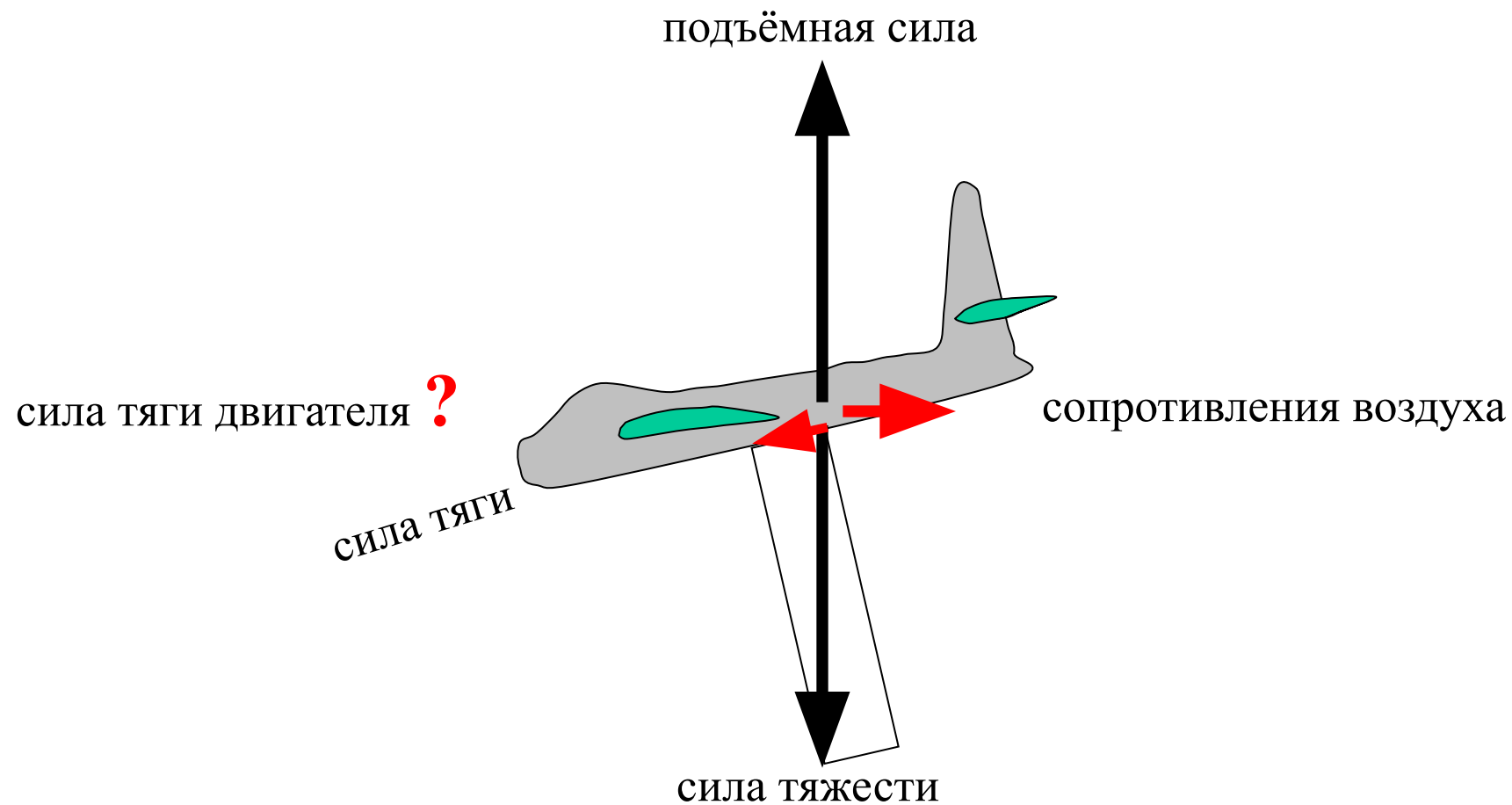


$$\frac{\text{подъёмная сила}}{\text{сила сопротивления}} = \frac{C_{\text{под}}}{C_{\text{сопр}}} \approx 50 \text{ (планеры)} \text{ и } 10 \div 30 \text{ (самолёты)}$$

Как управляют самолётом



Откуда берёт силу тяги планерист?



Зависимость скорости самолёта от его массы

$$F_{\text{под}} = C_{\text{под}} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S = Mg$$

$$F_{\text{сопр}} = C_{\text{сопр}} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \quad \longrightarrow \quad N = F_{\text{сопр}} \cdot V = C_{\text{сопр}} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot S$$

$$\frac{M}{N} = \frac{C_{\text{под}}}{C_{\text{сопр}}} \cdot \frac{1}{Vg}$$

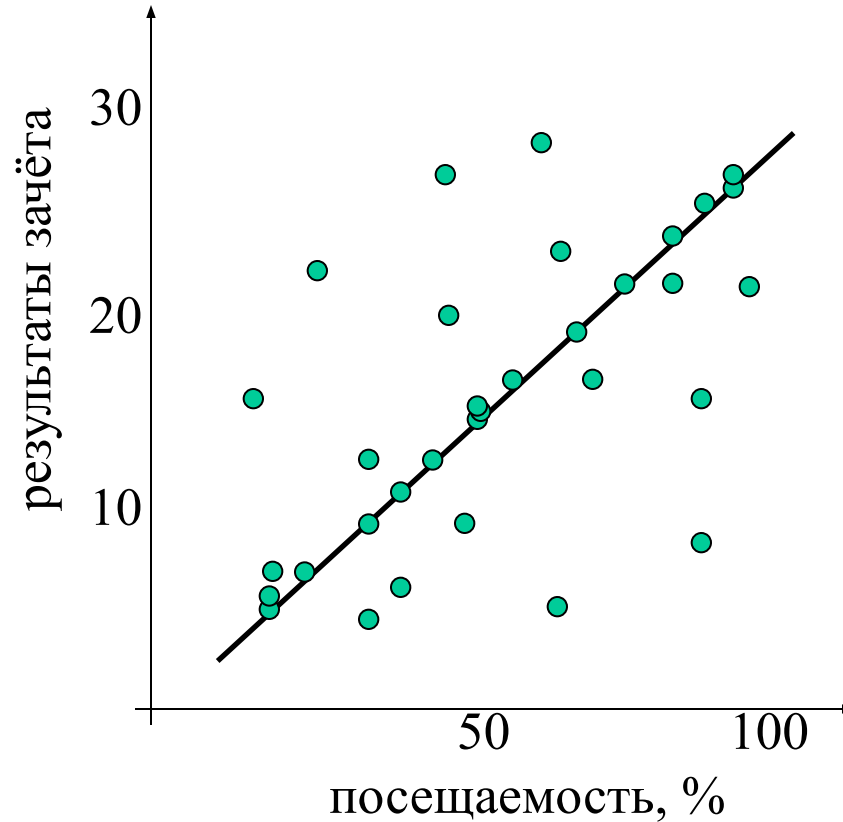
При неизменной мощности двигателя,
чем больше масса самолёта,
тем медленнее он летит

При неизменной скорости и аэродинамических качествах, т.

$$\text{е. } C_{\text{под}}/C_{\text{сопр}} = \text{const,}$$

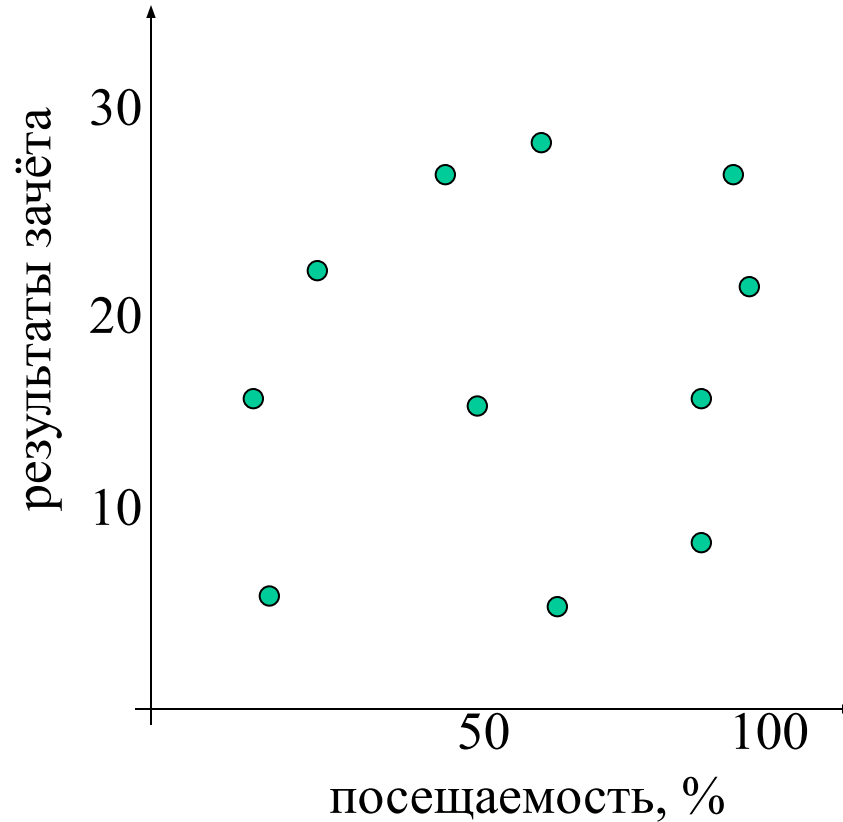
грузоподъёмность пропорциональна площади крыльев

Есть ли связь между посещаемостью и успеваемостью?



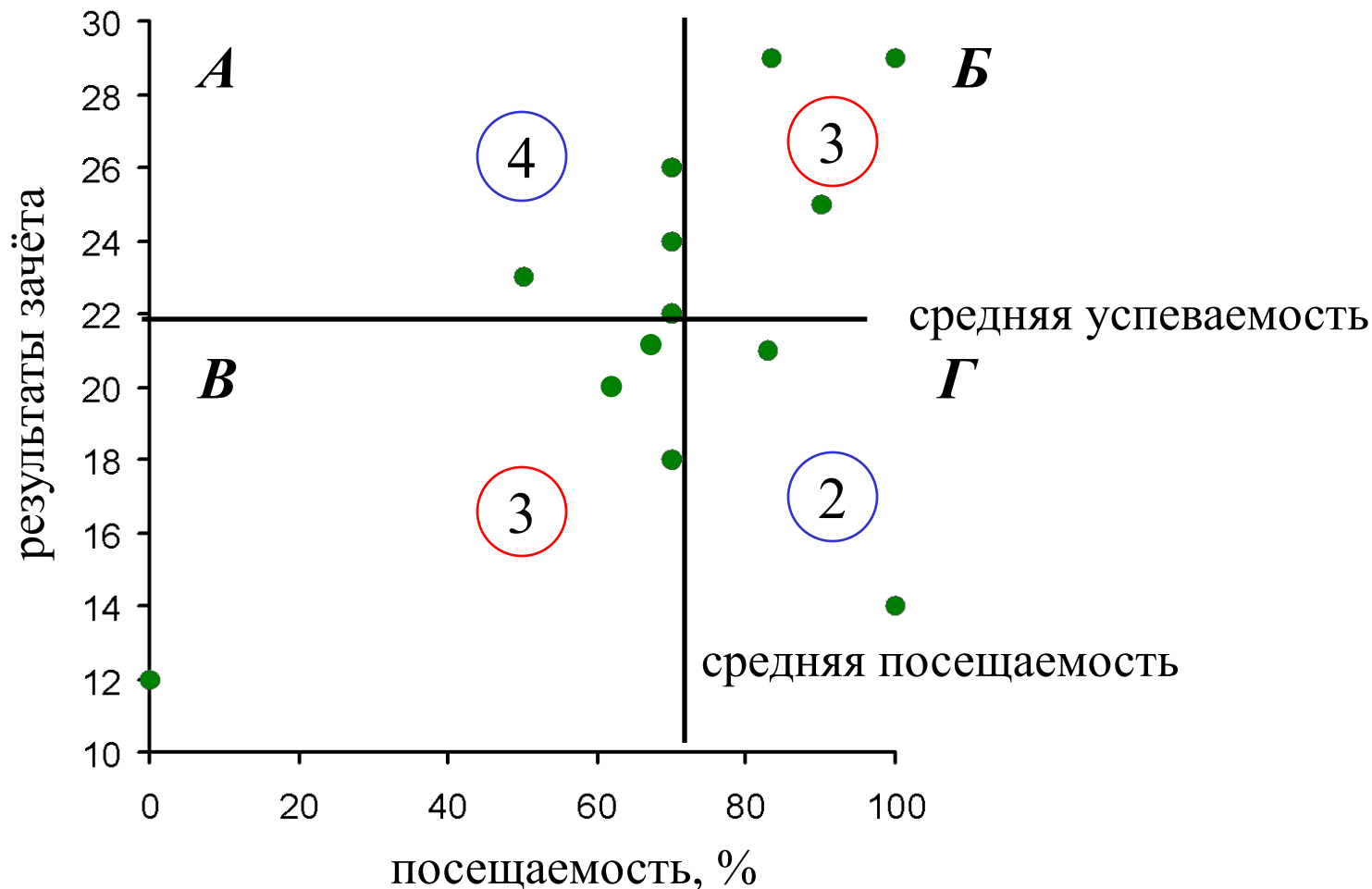
Как количественно определить, тесно ли связано изменение двух величин?

Есть ли связь между посещаемостью и успеваемостью?



Как количественно определить, тесно ли связано изменение двух величин?

Вычисляем коэффициент корреляции (связи), CORR, между успеваемостью и посещаемостью



$$CORR = \frac{n(B) + n(B) - n(A) - n(\Gamma)}{n(A) + n(B) + n(B) + n(\Gamma)} \quad CORR(10 \text{ «Б»}) = 0$$