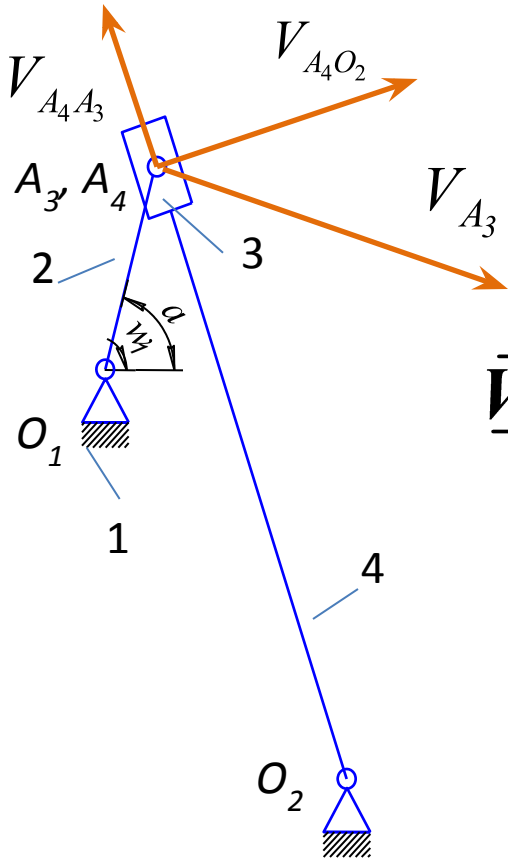


# Кинематический анализ кулисного механизма

## Построение плана скоростей

Кривошип  $O_1A_3$  совершает вращательное движение и скорость точки  $A_3$  определится:

$$\bar{V}_{A_3} = \omega_1 \cdot l_{O_1A_3}$$



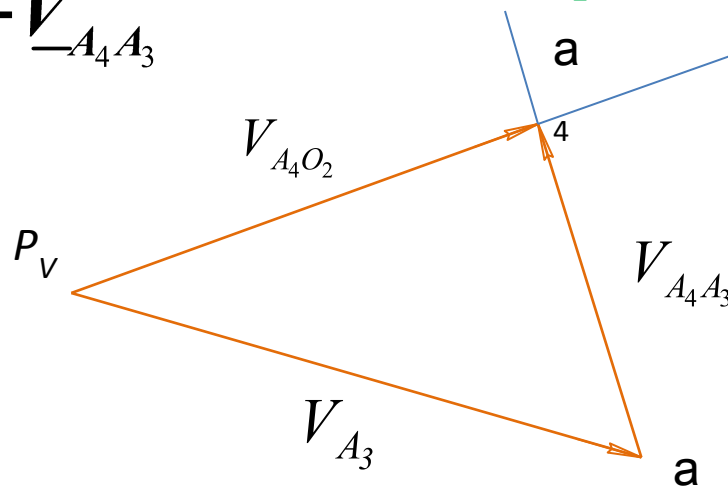
$$\bar{V}_{A_4} = \bar{V}_{O_2} + \bar{V}_{-A_4O_2} \quad \bar{V}_{O_2} = 0$$

$$\bar{V}_{A_4} = \bar{V}_{\equiv A_3} + \bar{V}_{-A_4A_3}$$



$$\bar{V}_{-A_4O_2} = \bar{V}_{\equiv A_3} + \bar{V}_{-A_4A_3}$$

План скоростей



# Построение плана ускорений

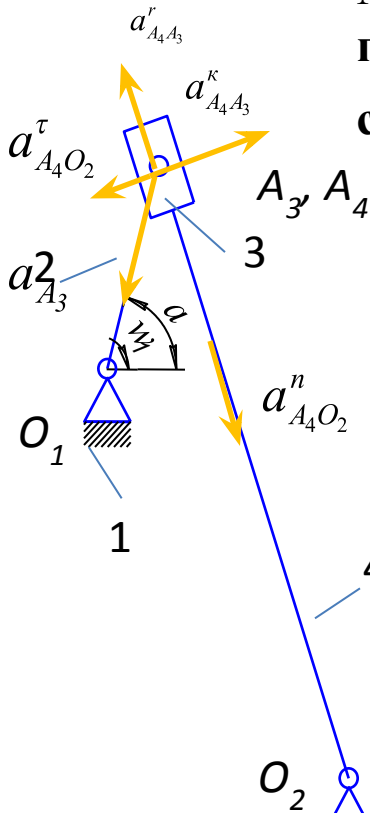
Ускорение точки **A<sub>3</sub>** при условии, что кривошип вращается с постоянной угловой скоростью и угловые ускорения отсутствуют:

План скоростей

$$a_{A_3} = \frac{V_{A_3}^2}{l_{1A_3}}$$

$$\mu_r = \frac{\dot{r} \dot{R}_3}{d_a \dot{r}}$$

Масштаб построений плана ускорений, вычисляем приняв длину отрезка на плане ускорений соответствующее нормальному ускорению точки **A<sub>3</sub>**:



$$\bar{a}_{A_4} = \bar{a}_{O_2} + \underline{a}_{A_4O_2}^n + \underline{a}_{A_4O_2}^\tau$$

$$\bar{a}_{A_4} = \underline{a}_{A_3} + \underline{a}_{A_4A_3}^e + \underline{a}_{A_4A_3}^r$$

$$a_{A_4O_2}^n \parallel O_2A_4 \quad a_{A_4O_2}^\tau \perp O_2A_4$$

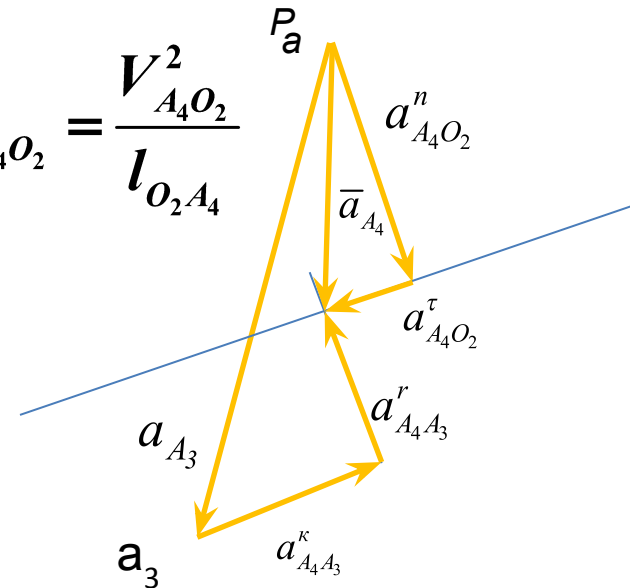
кориолисово ускорение

$$\dot{r}_{A_4A_3}^e = 2 \cdot \omega_4 \times V_{A_4A_3} \quad \omega_4 = \frac{V_{A_4O_2}}{l_{A_4O_2}}$$

Направление ускорения Кориолиса: вектор **V<sub>A<sub>4</sub>A<sub>3</sub></sub>** повернуть на **90°** в сторону вращения кулисы.

$$a_{A_4A_3}^r \parallel O_2A_4$$

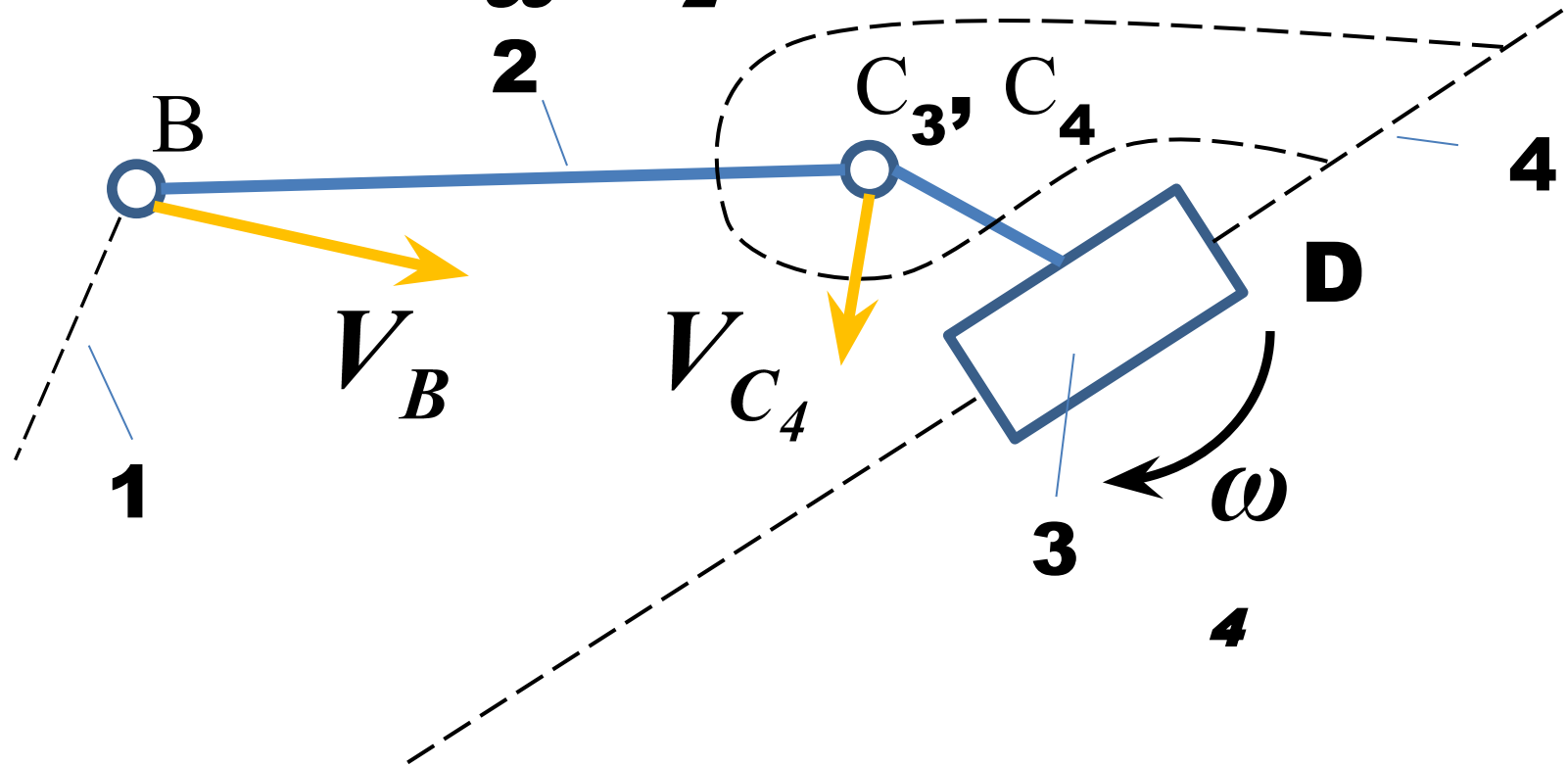
План ускорений

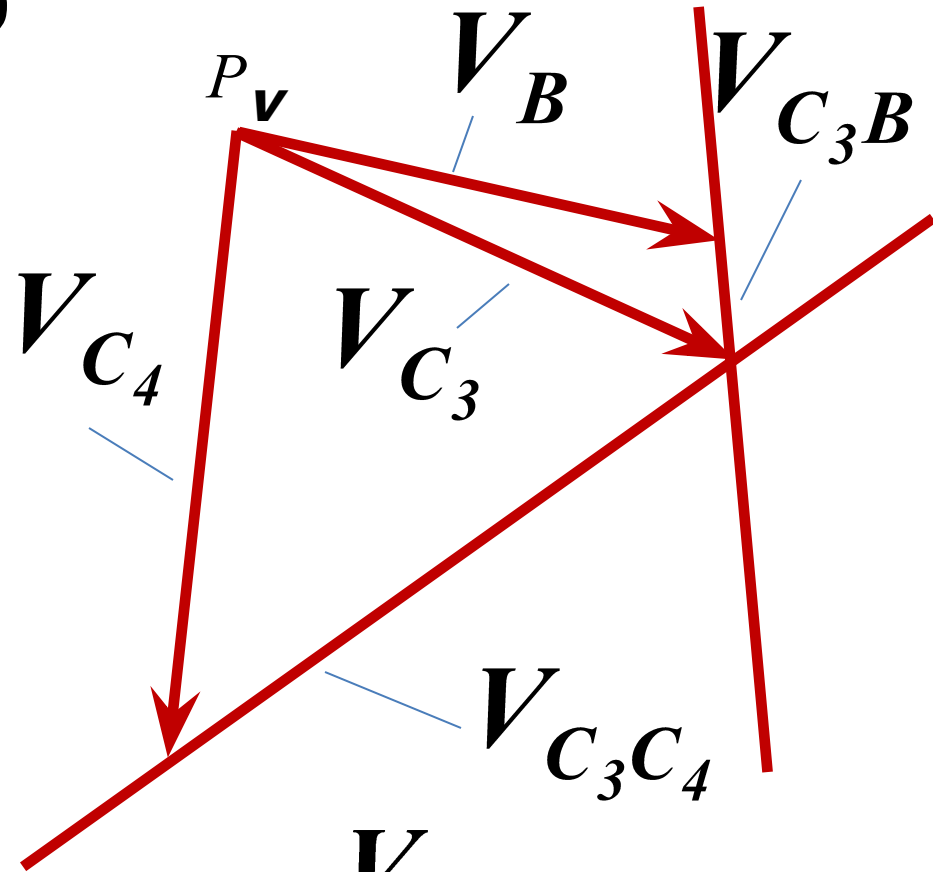
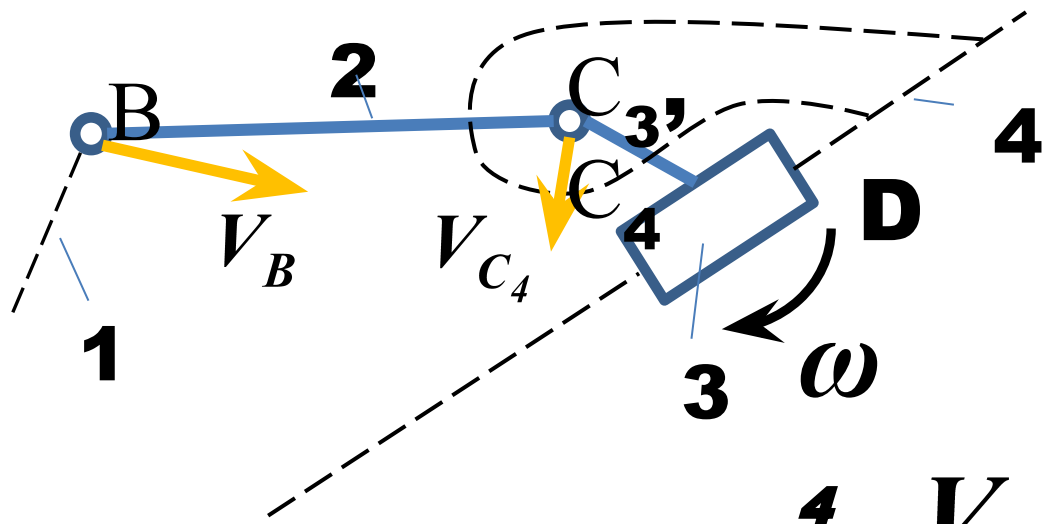


# План скоростей двухпроводковой группы с двумя вращательными и поступательной парами

Дано:  $V_B$ ,  $V_{C_4}$ ,  $\omega_4$  размеры звеньев

Определить:  $V_{C_3'}$ ,  $\omega_2$





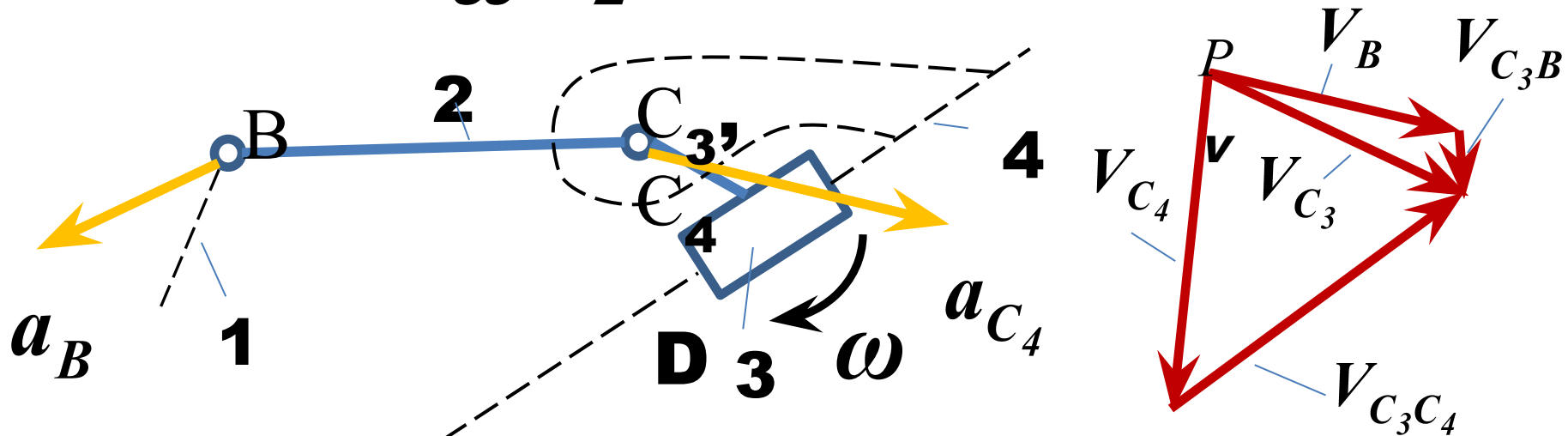
$$\left\{ \begin{aligned} \bar{V}_{C_3} &= \bar{V}_{\underline{B}} + \bar{V}_{\underline{C_3B}} \\ \bar{V}_{C_3} &= \bar{V}_{\underline{C_4}} + \bar{V}_{\underline{C_3C_4}} \end{aligned} \right.$$

$$\omega_2 = \frac{V_{C_3B}}{l_{BC}}$$

# План ускорений двухпроводковой группы с двумя вращательными и поступательной парами

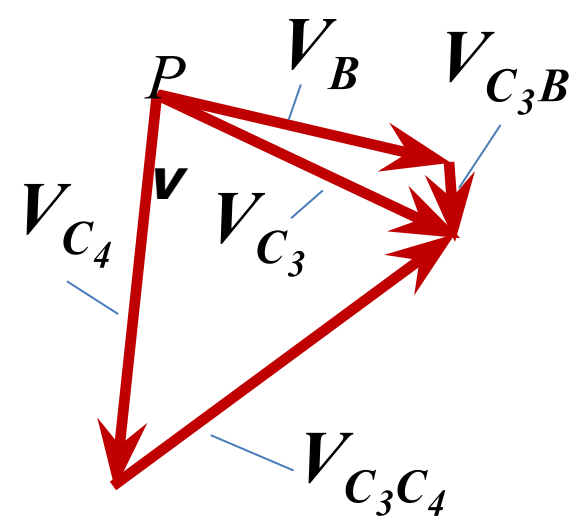
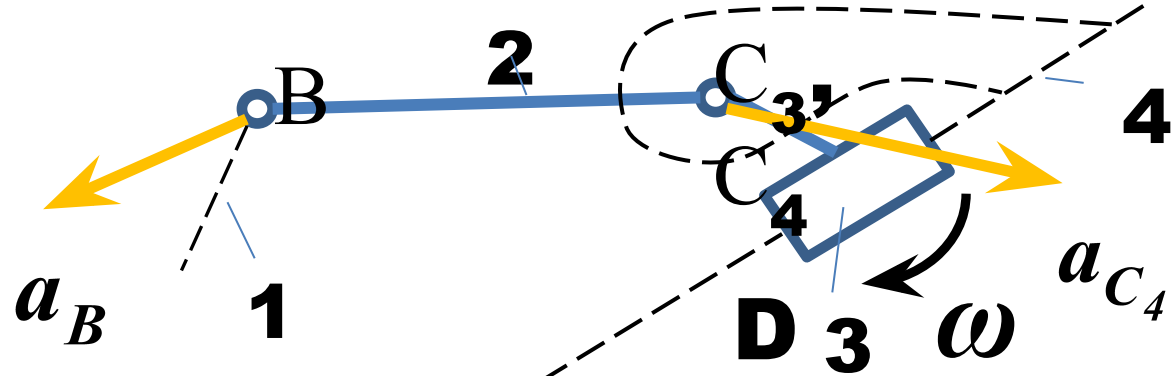
Дано:  $\underline{a}_B$ ,  $\underline{a}_{C_4}$ ,  $\omega_4$ , план скоростей, размеры звеньев

Определить:  $\underline{a}_{C_3}$ ,  $\varepsilon_2$



$$\underline{a}_{C_3} = \underline{a}_B + \underline{a}_{C_3B}^n + \underline{a}_{C_3B}^\tau$$

$$\underline{a}_{C_3} = \underline{a}_{C_4} + \underline{a}_{C_3C_4}^\varepsilon + \underline{a}_{C_3C_4}^{\dot{\omega}}$$



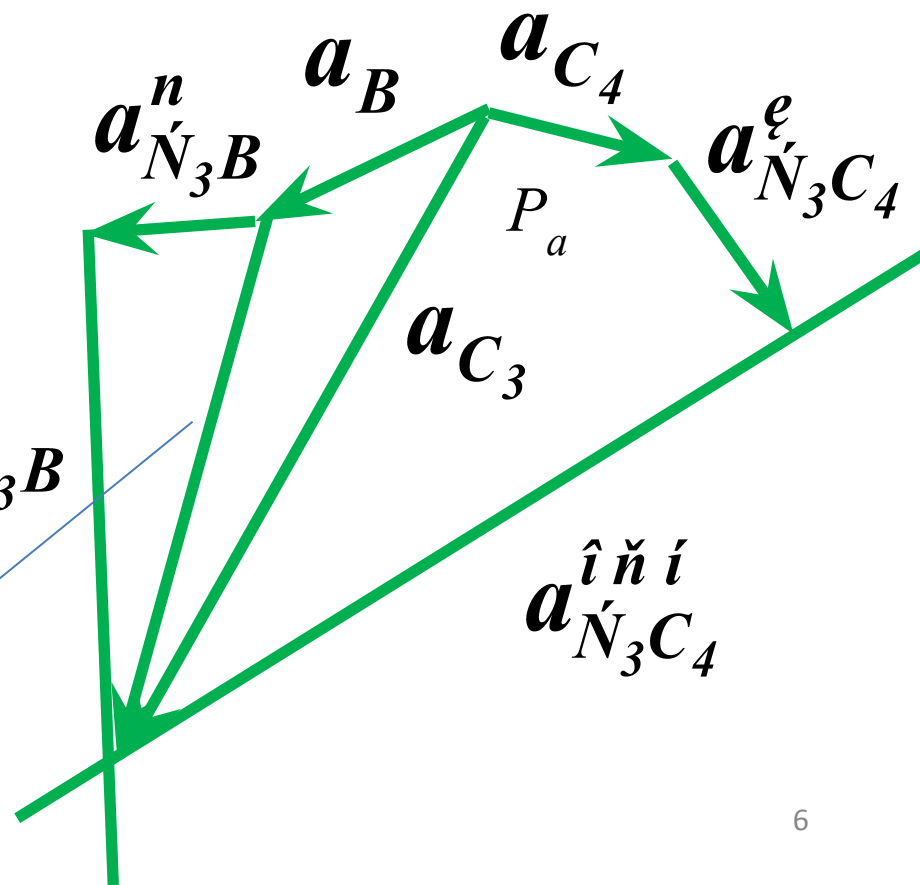
$$\underline{\underline{a}}_{C_3} = \underline{\underline{a}}_{\underline{\underline{B}}} + \underline{\underline{a}}_{\underline{\underline{C_3B}}}^n + \underline{\underline{a}}_{\underline{\underline{C_3B}}}^\tau$$

$$\underline{\underline{a}}_{C_3} = \underline{\underline{a}}_{\underline{\underline{C_4}}} + \underline{\underline{a}}_{\underline{\underline{C_3C_4}}}^\varepsilon + \underline{\underline{a}}_{\underline{\underline{C_3C_4}}}^{\hat{i}\hat{n}\hat{i}}$$

$$a_{C_3B}^n = \frac{V_{C_3B}^2}{l_{CB}}$$

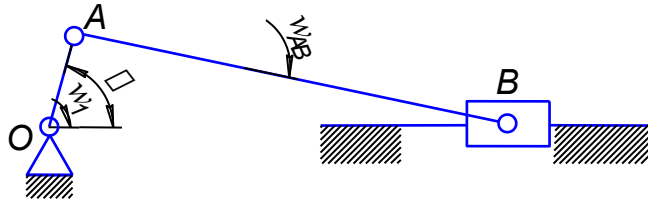
$$a_{\dot{N}_3C_4}^\varepsilon = 2\omega_4 \cdot V_{\dot{N}_3C_4}$$

$$\varepsilon = \frac{a_{C_3B}^\tau}{l_{C_3B}}$$



# Построение плана кривошипно-ползунного механизма

Изображение кинематической схемы механизма соответствующее определенному положению механизма называется планом механизма



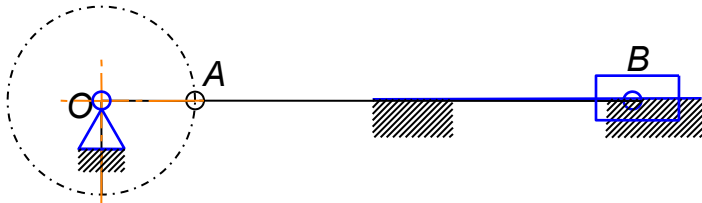
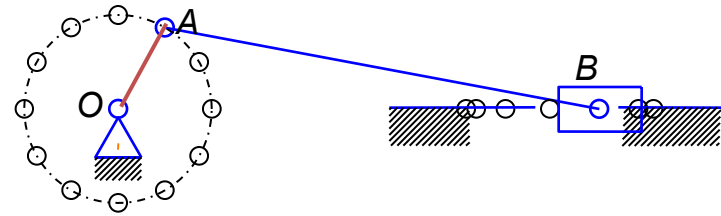
Масштабным коэффициентом длины называется отношение натуральной длины звена в метрах к длине отрезка этого звена на чертеже в миллиметрах

$$\mu_l = \frac{l_{OA}}{OM} \left[ \frac{м}{мм} \right]$$

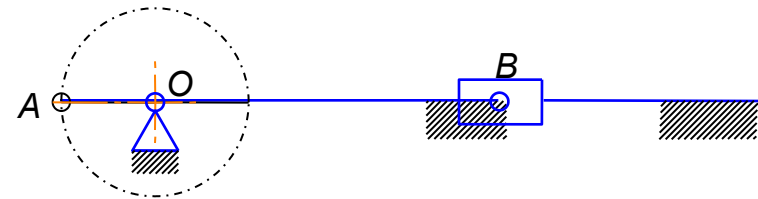
Для определения длины отрезка  $a$  шатуна  $AB$  используют выражение

$$AB = \frac{l_{AB}}{\mu_l} \left[ \right]$$

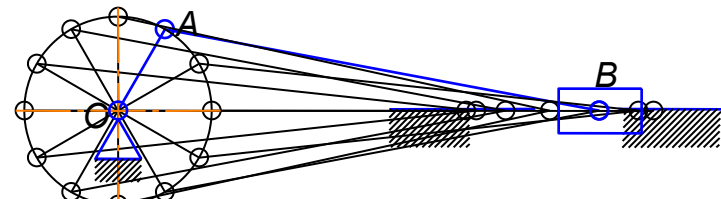
Для построения траекторий точек звеньев механизма, ведущему звену придают движение с определенным шагом обобщенной координаты  $\square$



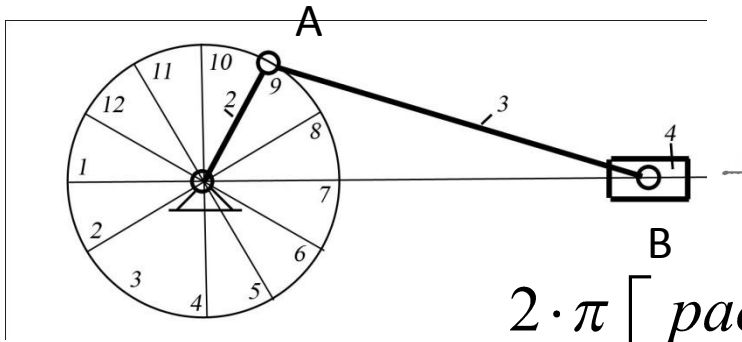
Положение ползуна в верхней мертвой точке



Положение ползуна в нижней мертвой точке



# Построение диаграмм перемещений и скорости ползуна



$$\mu_{\varphi} = \frac{2 \cdot \pi}{\text{мм}} \left[ \frac{\text{рад}}{\text{мм}} \right]$$

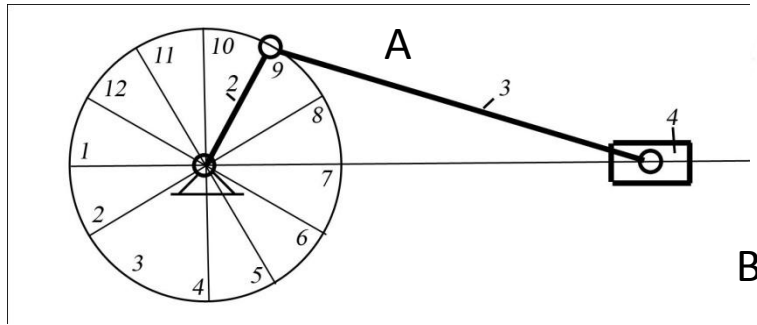
$$\mu_t = \frac{60}{\text{ммЛ}} \left[ \frac{\text{с}}{\text{мм}} \right] \Rightarrow T = \mu_t \cdot L [\text{с}]$$

$$V_B = \frac{dS_B}{dt} = \frac{\mu_s}{\mu_t} \operatorname{tg} \alpha = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot k} \cdot k \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot k} \left[ \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} \right]$$



# Построение диаграммы ускорений ползуна

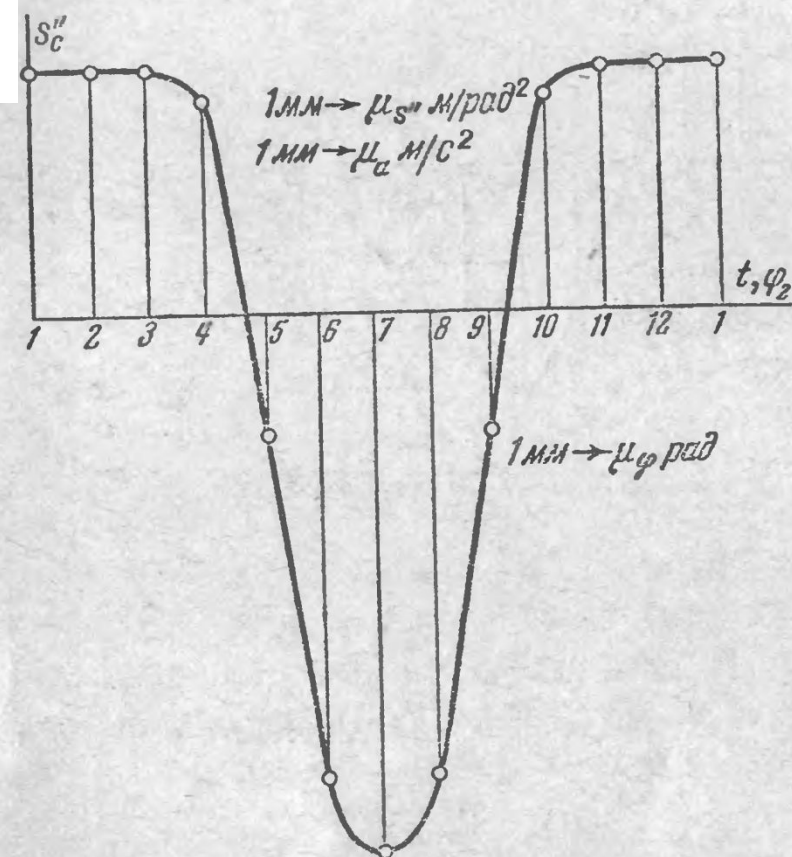
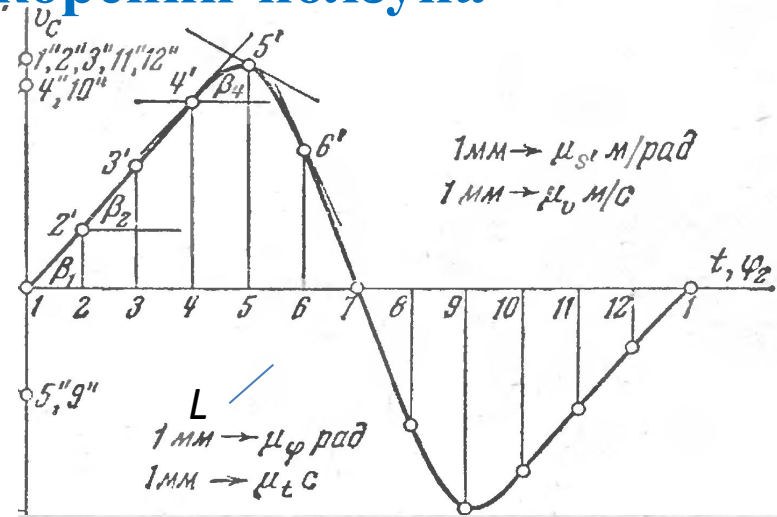


$$a_B = \frac{dV_B}{dt} = \frac{\mu_V}{\mu_t} \operatorname{tg} \beta =$$

$$= \frac{\mu_V}{\mu_t \cdot k} \cdot k \cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{\mu_S}{\mu_t^2 \cdot k^2} \cdot k \cdot \operatorname{tg} \beta$$

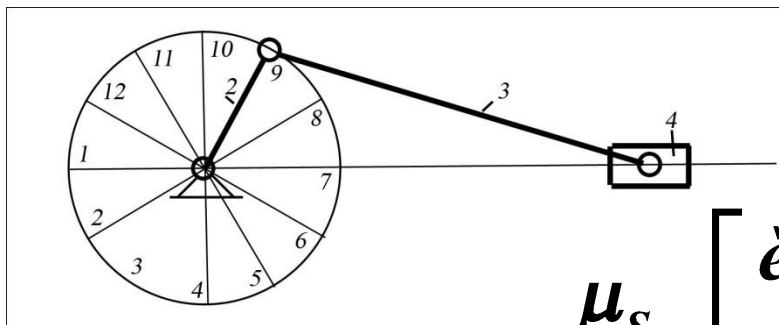


$$\mu_a = \frac{\mu_V}{\mu_t \cdot k \check{\epsilon}} = \frac{\mu_S}{\mu_t^2 \cdot k^2} \left[ \frac{\check{\epsilon}}{\check{n}^2} \right]$$



# Диаграммы перемещений, скоростей и ускорений ползуна кривошипно-ползунного механизма

$$\mu_l = \frac{l_{OA}}{\Theta \dot{\alpha}} \left[ \frac{\ddot{\epsilon}}{\epsilon} \right] \quad \mu_s = \mu_l \left[ \frac{\ddot{\epsilon}}{\epsilon \dot{\epsilon}} \right]$$



$$\mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot k} \left[ \frac{\ddot{\epsilon} / \dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}} \right]$$



$$\mu_a = \frac{\mu_v}{\mu_t \cdot k \dot{\epsilon}} = \frac{\mu_s}{\mu_t^2 \cdot k^2} \left[ \frac{\ddot{\epsilon} / \dot{\epsilon}^2}{\dot{\epsilon}} \right]$$