

ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА УСКОРЕНИЙ

!!! Величина нормальных ускорений может быть рассчитана во всех положениях механизма по следующим формулам:

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

$$a_n = \omega^2 R$$

ТЕОРЕМА ОБ УСКОРЕНИЯХ ТОЧЕК ПЛОСКОЙ ФИГУРЫ

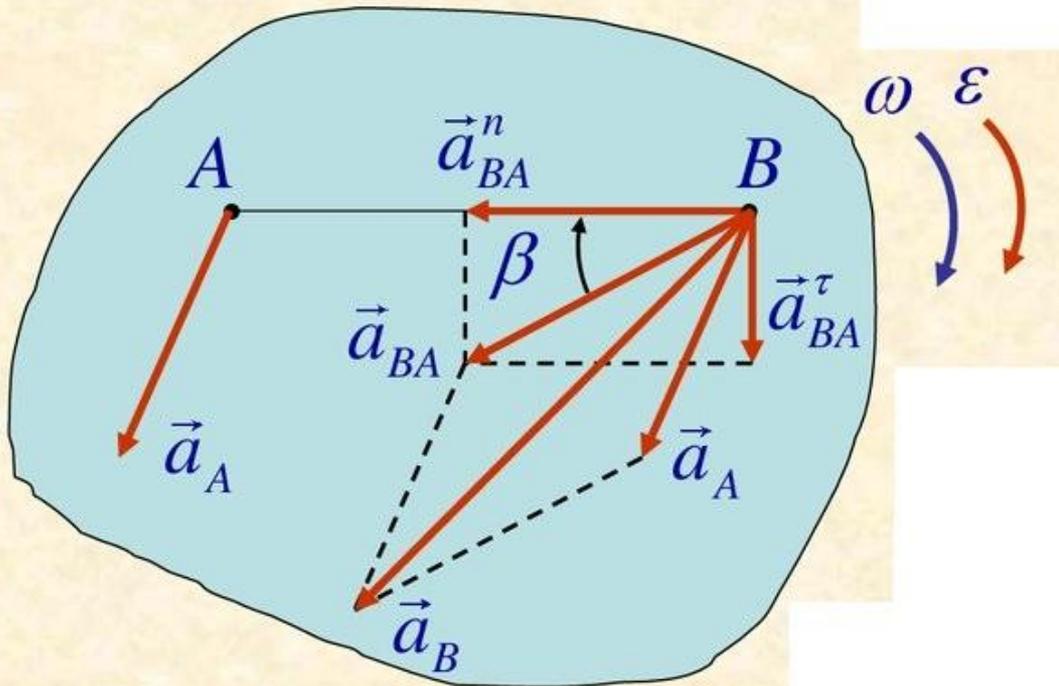
Таким образом: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{BA}^n$.

Обозначим полное ускорение точки В во вращении вокруг полюса А:

$$\vec{a}_{BA} = \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{BA}^n$$

Тогда запись теоремы примет вид:

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}.$$



Криволинейное движение

При криволинейном движении ускорение материальной точки отлично от нуля, т.к. вектор скорости изменяется, по крайней мере, по направлению.

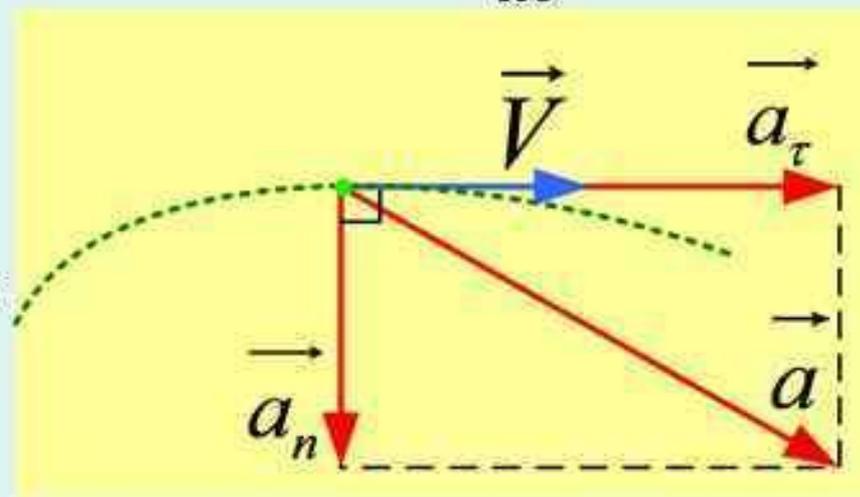
При криволинейном движении вектор ускорения \vec{a} имеет две составляющие: тангенциальное и нормальное ускорение.

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

Тангенциальное \vec{a}_τ ускорение характеризует скорость изменения модуля скорости и направлено по касательной к траектории движения.

$$\vec{a}_\tau \uparrow\uparrow \vec{V} \text{ если } \frac{dV}{dt} > 0 \text{ и } \vec{a}_\tau \uparrow\downarrow \vec{V} \text{ если } \frac{dV}{dt} < 0$$

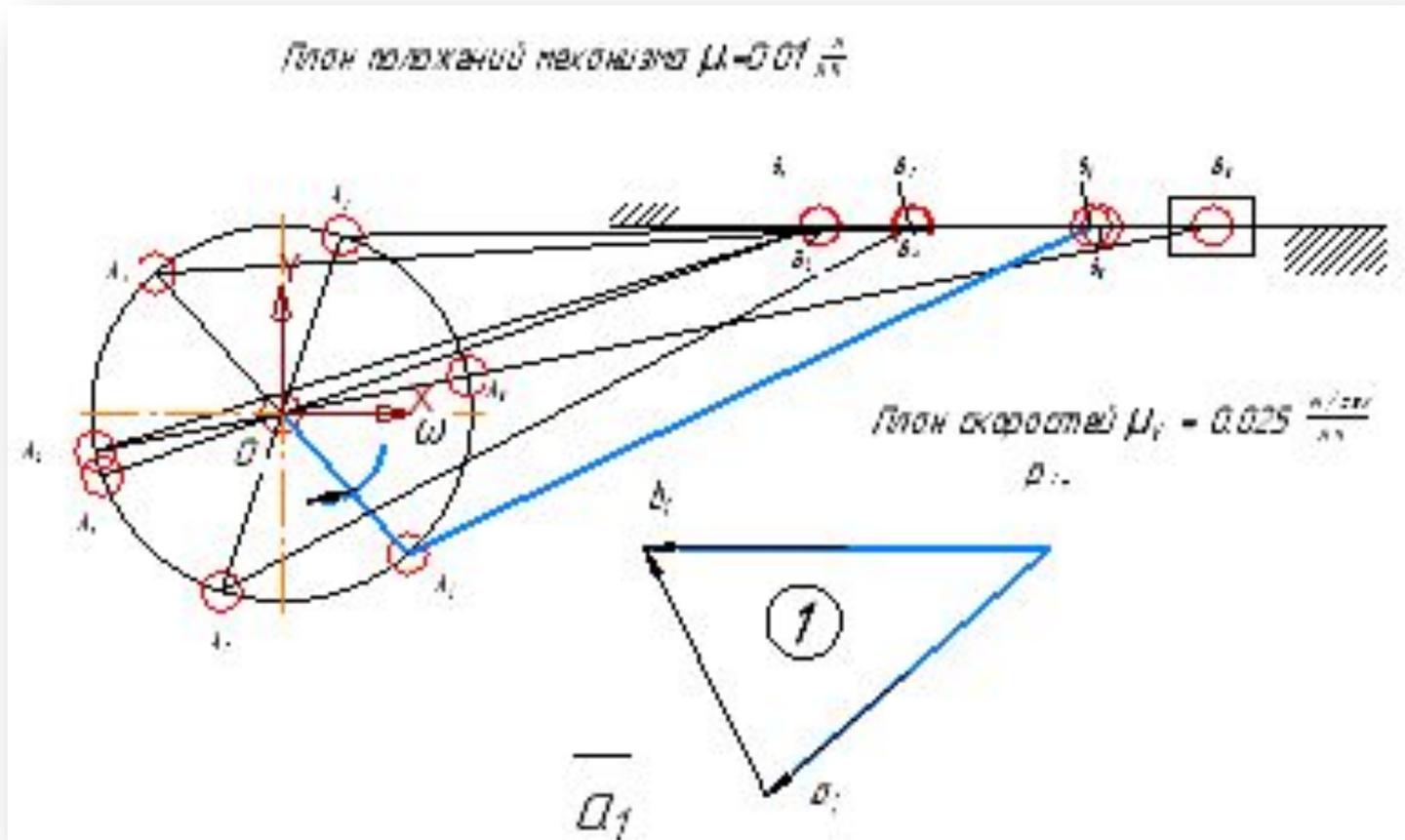
Нормальное ускорение \vec{a}_n характеризует скорость изменения вектора скорости по направлению и направлено по нормали к касательной к центру кривизны траектории точки.



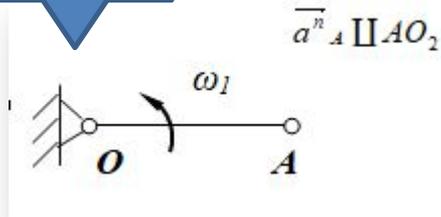
Для построения плана ускорения.

НЕБХОДИМО ИМЕТЬ:

1. Дано Размеры звеньев механизма: $OA = 0,5\text{м}$; $AB = 1,2\text{м}$; $y = 0,3\text{м}$;
Угловая скорость ведущего звена $\omega = 5\text{с}^{-1}$.
2. План положений.
3. План скоростей.



1 Составление уравнения ускорения для группы Ассура 1 кл.1 вида.



Так как звено OA совершает вращательное движение, составляем уравнение ускорения точки A по формуле:

$$\vec{a}_A = \vec{a}_o + \vec{a}^n_{AO} + \vec{a}^r_{AO}$$

В данной группе Ассура известно ускорение точки O, которое равно нулю:

$$\vec{a}_o = 0$$

И тангенциальное ускорение равно 0 т.к. угловая скорость ω величина постоянна:

$$\omega = const \Rightarrow \vec{a}^r_{AO} = 0$$

Находим нормальное ускорение точки A вокруг точки O - \vec{a}^n_A , которое параллельно звену OA ($\vec{a}^n_A \parallel AO$):

$$a^n_A = \omega^2 \cdot OA$$

$$a^n_A = 5^2 \cdot 0,5 = 12,5 \text{ м} / \text{с}^2 \cdot (1)$$



Найдём масштабный коэффициент плана

ускорений μ_a .

Для того чтобы начертить ускорение на чертеже

$$\mu_a = \frac{a_A}{p_a a};$$

где: a_A – величина нормального ускорения (\cdot) A в м/сек;

$p_a a$ – отрезок, изображающий ускорение на чертеже в мм.

Подбираем масштабный коэффициент ускорения:

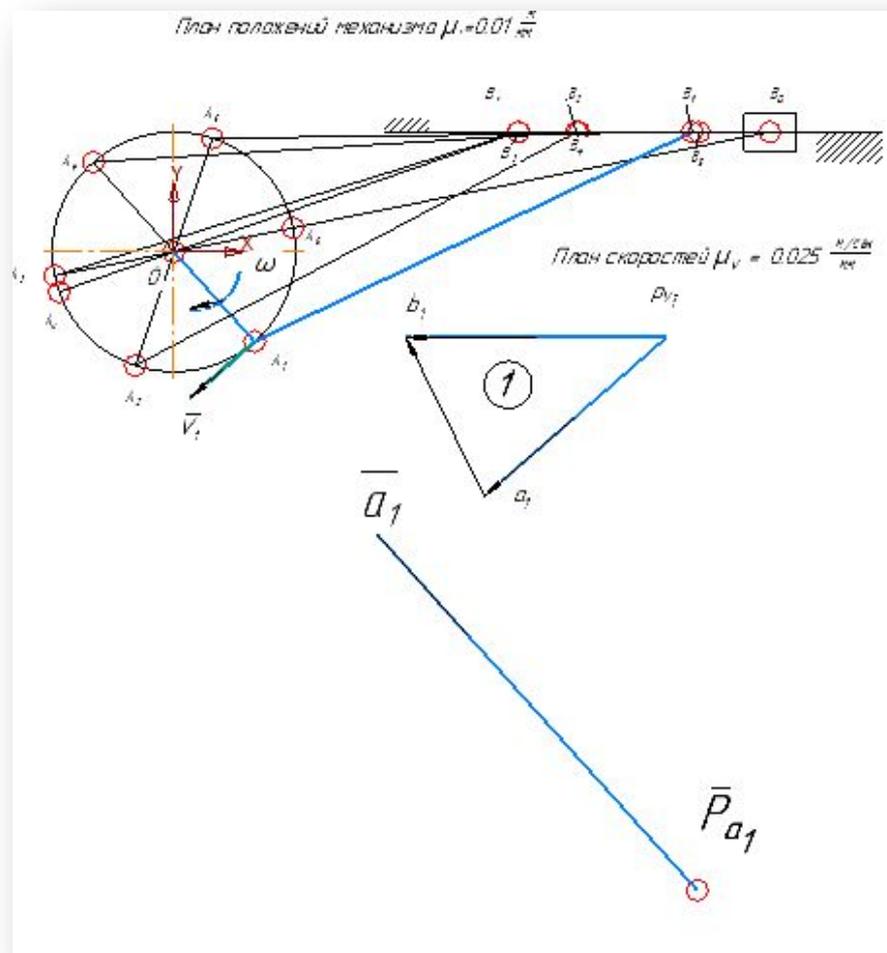
$$\mu_a = \frac{12,5 \frac{м}{сек^2}}{125 мм} = 0,1 \frac{м}{сек^2 \cdot мм};$$

Число длины отрезка брать кратным величине ускорения (в данном

примере можно было взять следующие величины – 50 мм; 100мм

При этом масштабные коэффициенты получились бы соответственно –

0,25 м/сек/мм; 0,125 м/сек/мм (кратность 2,4,5 допускает ГОСТ)



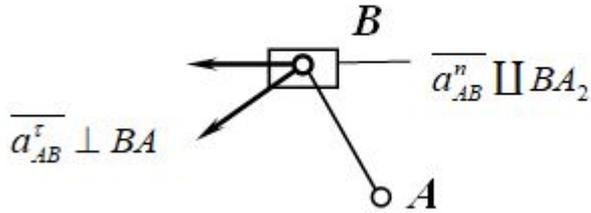
Из произвольно выбранной точки P_a (полюса плана ускорений) строим вектор ускорения, который на чертеже будет изображаться отрезком $P_a a$ равным 125 мм.

Отрезок ($P_a a$) откладывается **параллельно** направлению звена OA на плане положений. Таким образом, построен вектор ускорения. Конец вектора обозначаем строчной буквой «а».



Составление векторных уравнений для группы 2 класса 2 вида.

$\bar{a}_B \parallel$ направляющей ползуна



В данной группе Ассура векторные уравнения составляются для точки, являющейся внутренней парой группы – это точки **B**.

Звено АВ совершает плоскопараллельное движение и у него известно ускорение точки А, поэтому составим векторное уравнение для ускорения точки В по формуле:

$$\underline{a}_B = \underline{a}_A + \underline{a}_{BA} + \underline{a}_{BA}^r \quad (2)$$

Ползун В совершает поступательное прямолинейное движение, поэтому его ускорение направлено **параллельно** направляющей ползуна (горизонталь в нашем примере), т.е. стойке, ускорение, поэтому составим векторное уравнение для скорости точки В по формуле:

$$\underline{a}_B = \underline{a}_{ст} + \underline{a}_{Вст}; \quad (3)$$



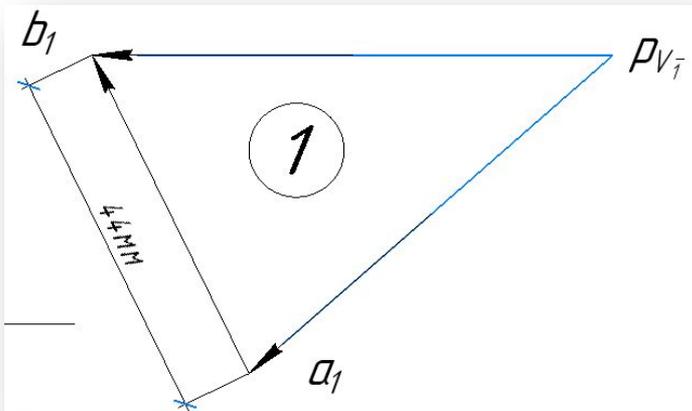
Найдём нормальное ускорение

$$\overline{a_{BA}^n} \perp AB$$

$$a_{BA}^n = \frac{V_{BA}^2}{AB} = \frac{[(ab) \cdot \mu_a]^2}{AB \text{ в м}} \frac{(44 \cdot 0.1)^2}{1.2} = 16,1 \text{ М / сек}^2$$

Переведём размер данного ускорения в мм для этого:

$$n_{BA} = \frac{a_{BA}^n \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}^2}}{\mu_a} = \frac{16,1}{0,1} = 161 \text{ мм}$$

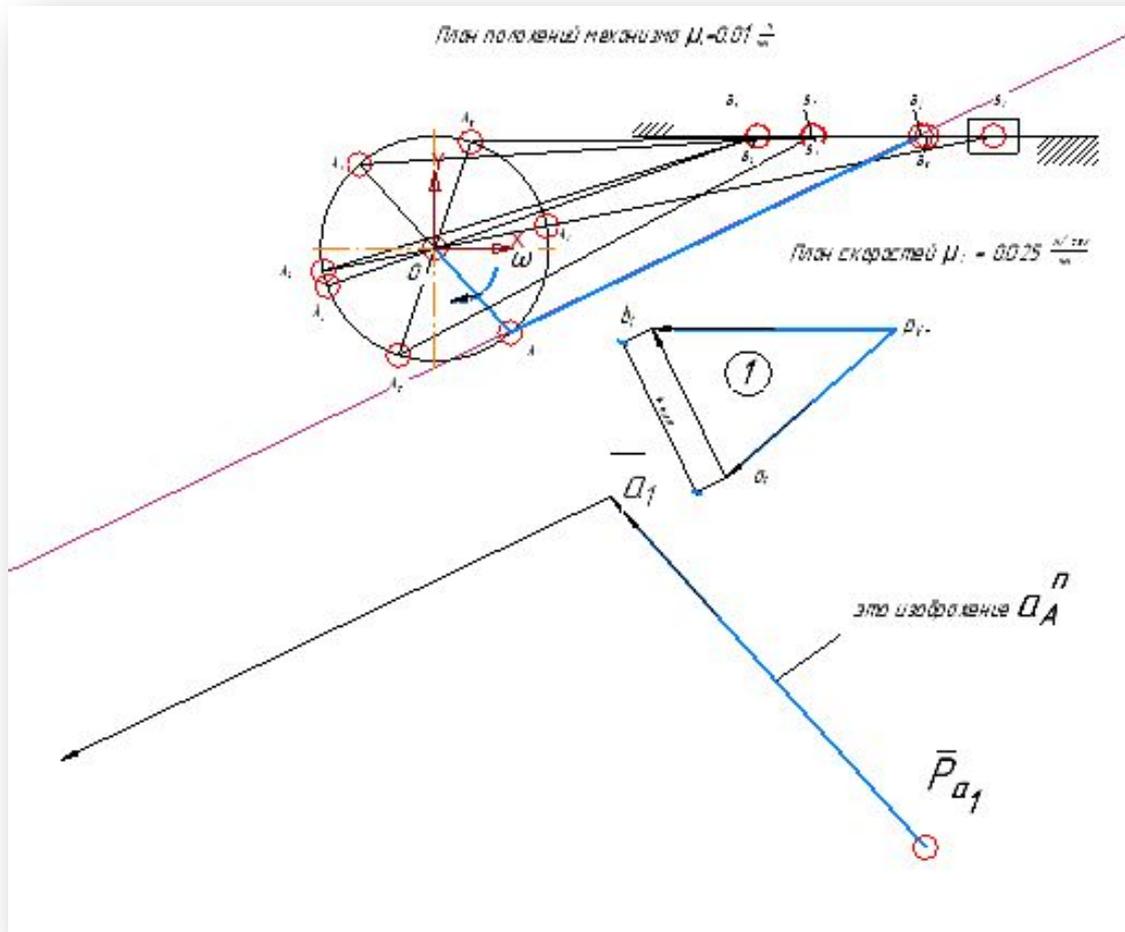


Размер скорости V_A берётся с плана скоростей – измеряем отрезок (ab) в мм

6

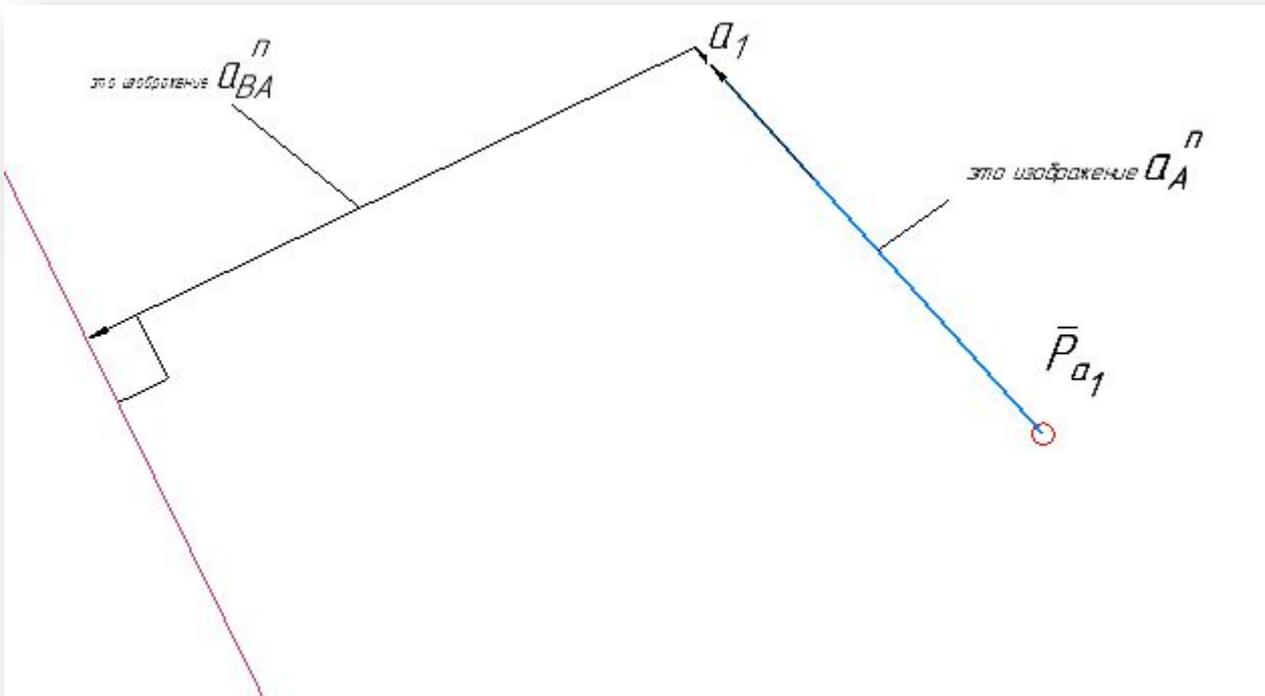
Чтобы найти точку b_1 плана ускорений решим графически уравнения (2) и (3) совместно.

От точки a плана ускорений откладываем параллельно звену AB (в направлении от точки B к точке A) отрезок длиной 161мм (это изображение нормального ускорения при вращении точки B вокруг точки A). В конце построенного отрезка ставим стрелку.





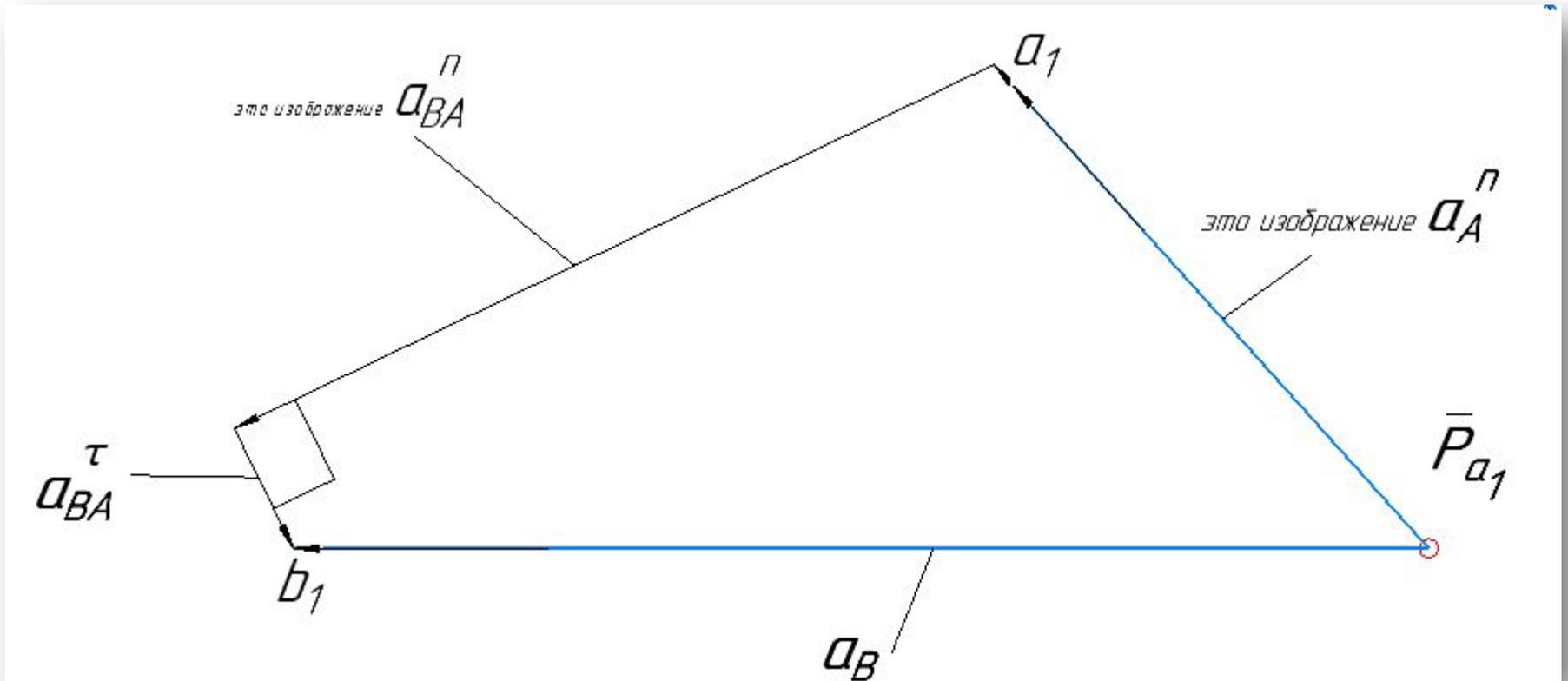
Из конца построенного отрезка строим **перпендикуляр** – это направление тангенциального ускорения при вращении точки B вокруг точки A .





Из точки P_a откладываем линию, параллельную направляющей ползуна (в нашем примере это горизонталь), т.к. ускорение ползуна направлено вдоль стойки

$\bar{a}_{B/C}$ II стойке



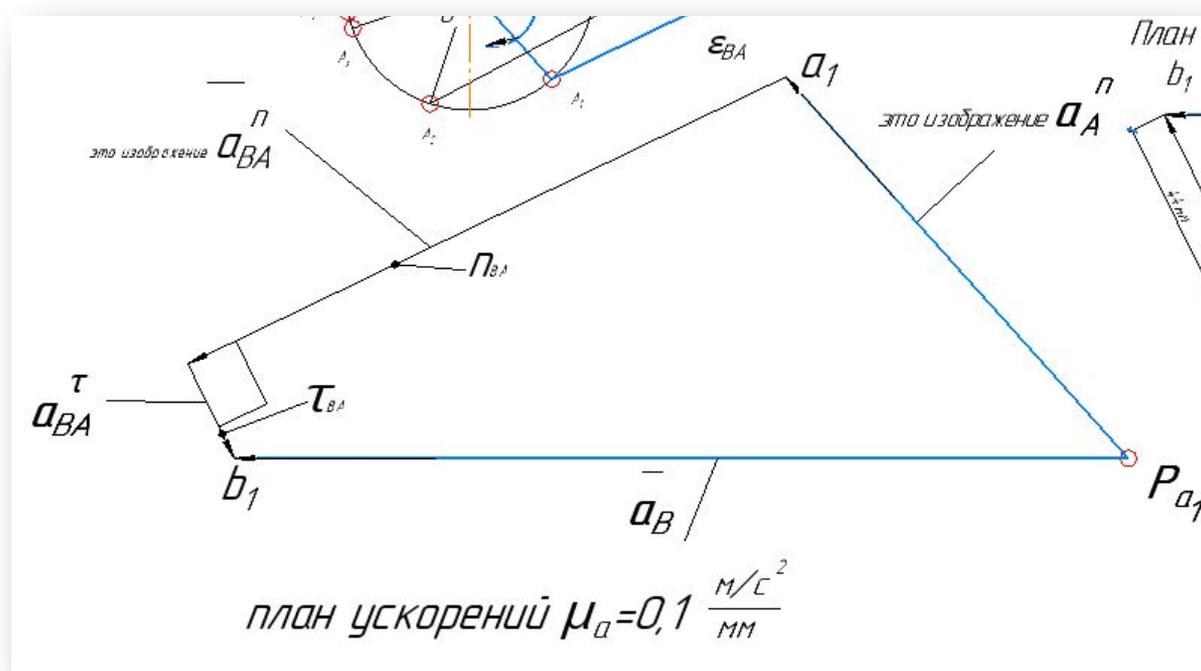
Определение абсолютных ускорений точек механизма.

Абсолютные ускорения точек на плане ускорения изображаются отрезками между точкой полюса P_a и соответствующей буквой плана скоростей, например, $P_a a$, $P_a b$, и т.д.

Действительные величины абсолютных ускорений определяем с помощью масштабного коэффициента ускорений по формулам:

$$a_B = [P_a b] \cdot \mu_a = 216 \cdot 0,1 = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{сек}^2},$$

Отрезок ($P_a b$) возьмем с плана ускорений в миллиметрах.



Определение тангенциальных ускорений точек механизма.

Тангенциальные ускорения точек на плане ускорений изображаются отрезкам τ_{BA}

$$a_{BA}^{\tau} = [\tau_{BA}] \cdot \mu_a = 34,2 \cdot 0,1 = 3,42 \frac{M}{сек^2}.$$

Определение угловых ускорений звеньев.

Производится по следующим формулам:

при плоскопараллельном движении звена

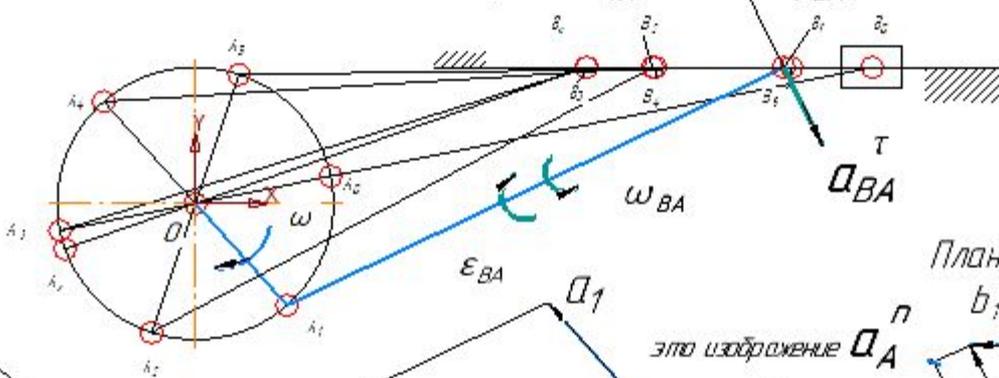
$$\varepsilon_{AB} = \frac{a_{BA}^{\tau} \text{ м/сек}}{AB \text{ м}} = \frac{3,42}{1,2} = 2,85 \text{ с}^{-2}.$$

Направление углового ускорения ε смотреть по направлению тангенциальному ускорения Мысленно ставим вектор в точку В и смотрим как оно будет поворачивать точку В вокруг точки А

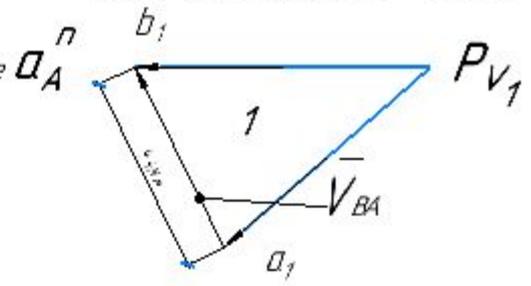
Направление угловой скорости ω смотреть по направлению относительной

Скорости. Мысленно ставим вектор в точку В и смотрим как оно будет поворачивать точку В вокруг точки А

План положений механизма $\mu_l = 0.01 \frac{м}{мм}$

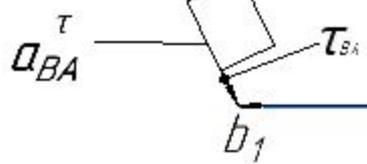


План скоростей $\mu_v = 0.025 \frac{м/сек}{мм}$



это изображение a_{BA}^n

это изображение a_A^n



план ускорений $\mu_a = 0.1 \frac{м/с^2}{мм}$