

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Школа базовой инженерной подготовки
Отделение общетехнических дисциплин

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2
по дисциплине: МЕХАНИКА

Тема: «Анализ рычажного механизма»

Вариант

Исполнитель:

студент группы

Руководитель:

профессор ООД, доктор техн. наук

Ан И-Кан

Томск – 2020

Подтверждение личности:

Задание:

Вычертить механизм с учетом масштабного коэффициента, по заданным параметрам, приведенным со схемой механизма.

Для вычерченного механизма определить:

1. Названия звеньев, количество кинематических пар и групп Ассура.
2. Линейные скорости всех точек механизма и угловые скорости звеньев методом планов.
3. Линейные ускорения точек механизма и угловые ускорения звеньев методом планов.
4. Ускорение точки М, располагающейся на звене АВ

Исходные данные:

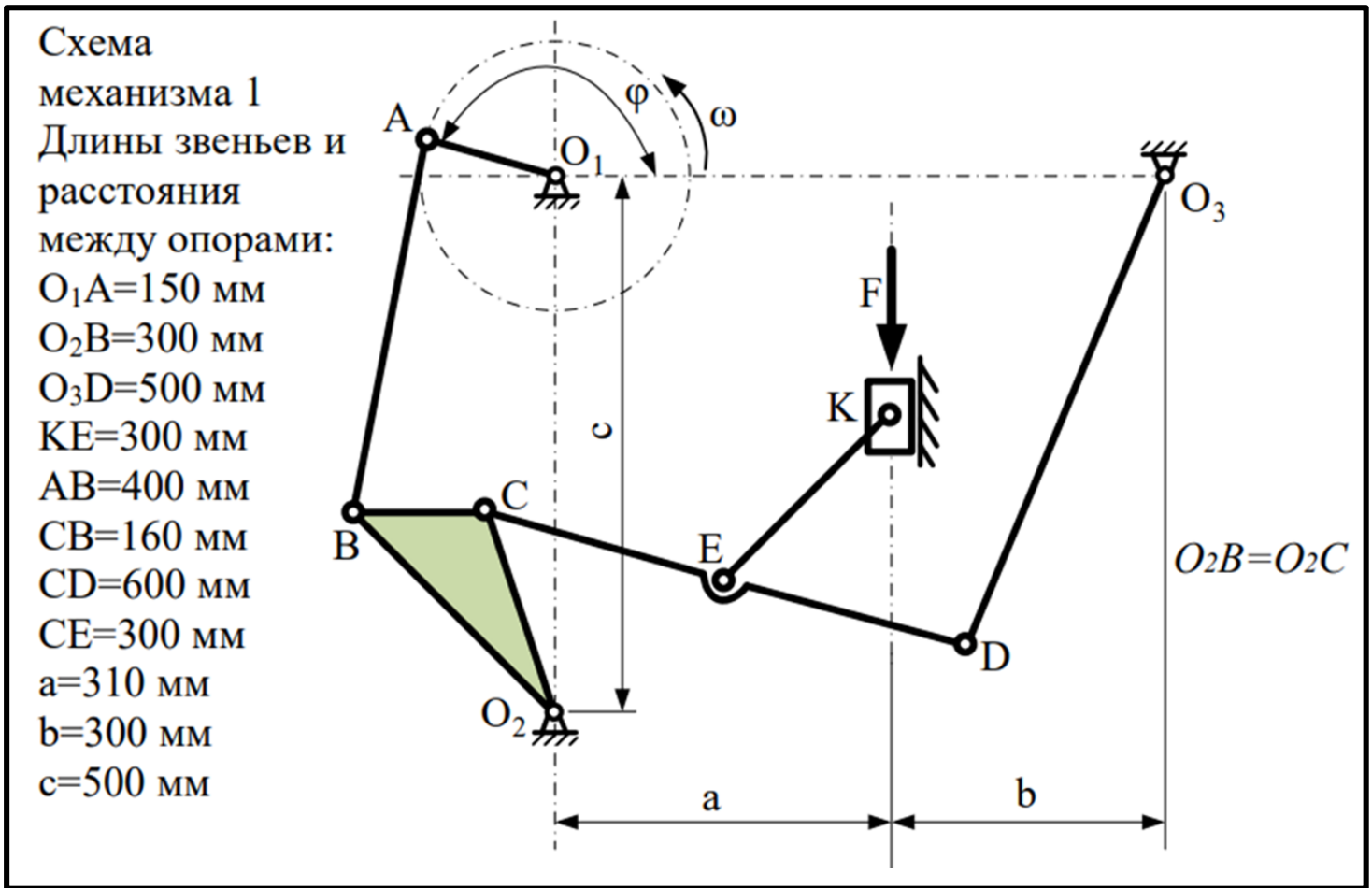


Рисунок 1 – Схема механизма

Таблица 1 – Исходные данные задачи

Угол поворота $\varphi, ^\circ$	Угловая скорость звена O_1A $\omega, 1/c$	Отношение $AM:MB$
250	4	3:2

1. Структурный анализ механизма:

По параметрам вычерчена схема механизма, обозначены звенья, группы Ассура.

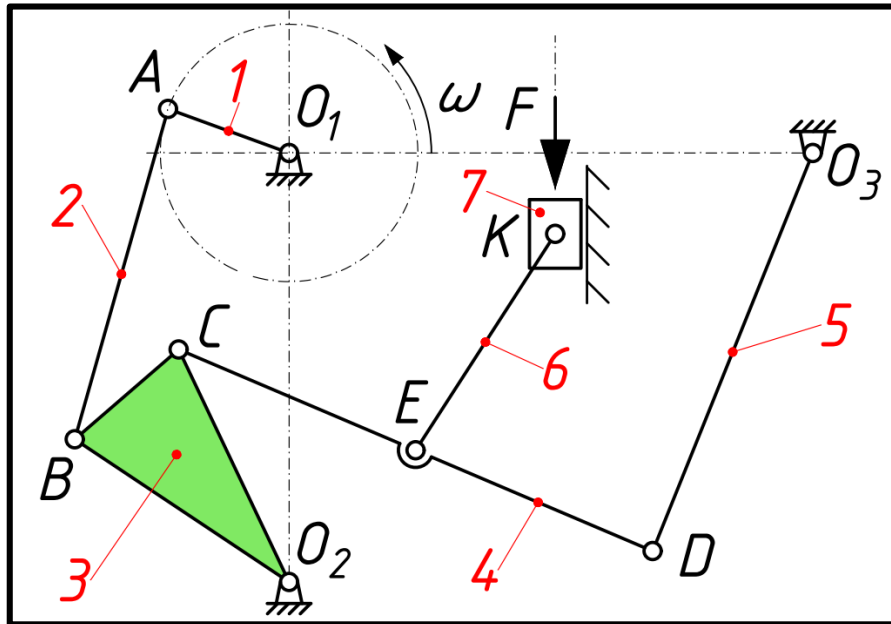


Рисунок 2 – Схема механизма, вычерченная с учётом длин звеньев (без учёта угла поворота)

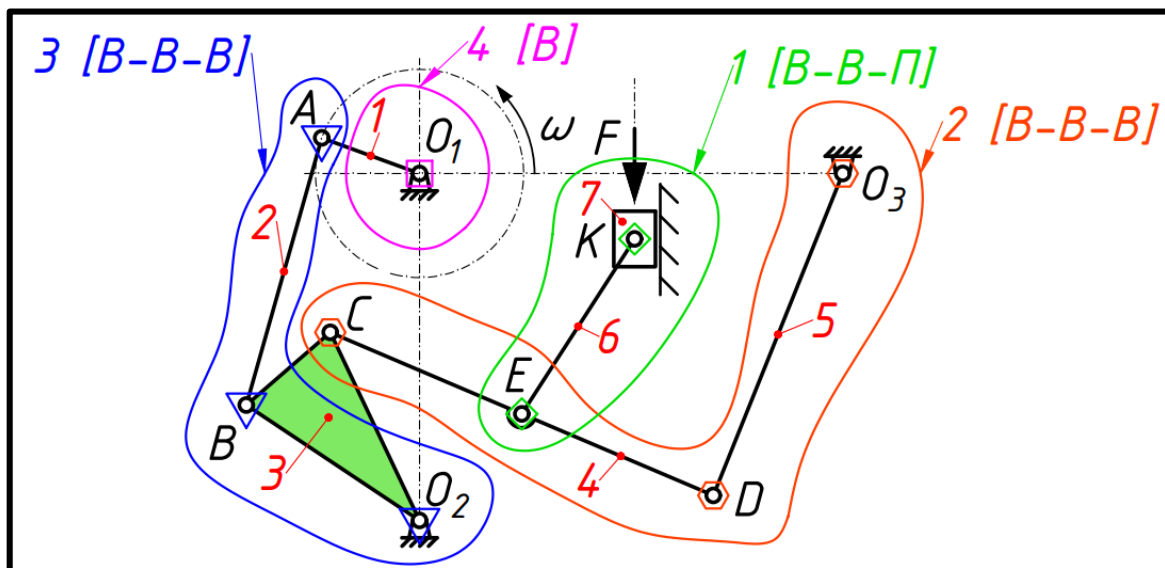


Рисунок 3 – Схема механизма с выделенными группами Ассура

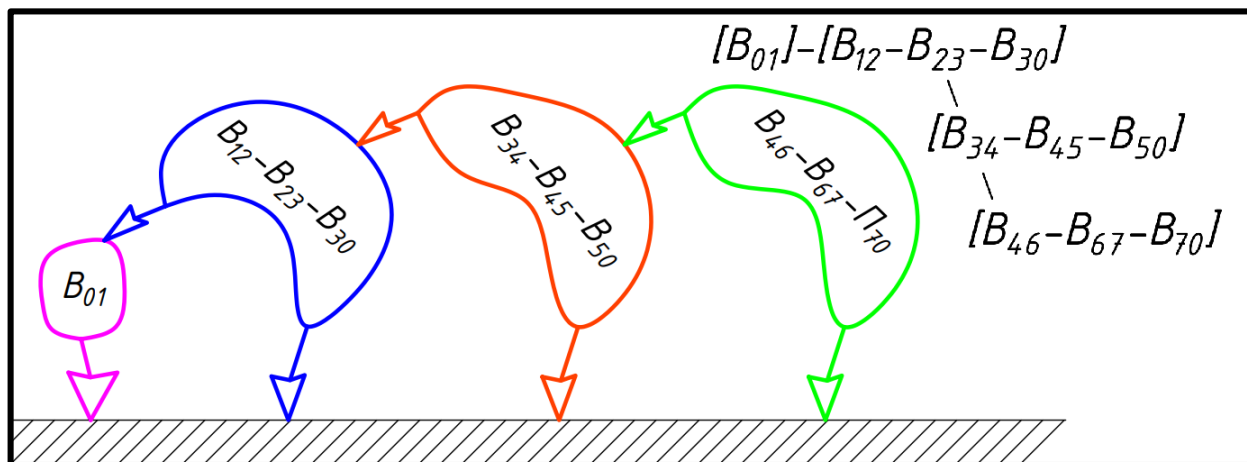
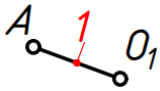
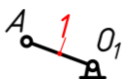

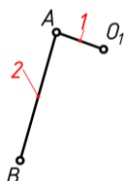
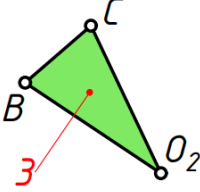
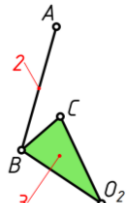
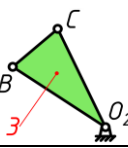
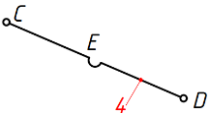
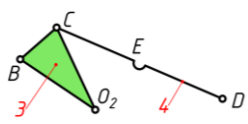
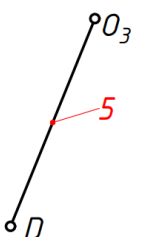
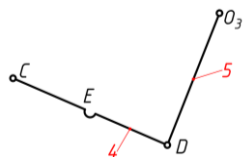
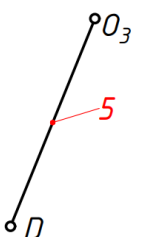
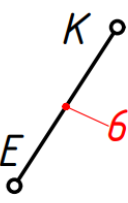
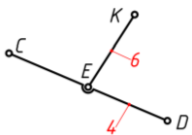





Рисунок 4 – Скелетная схема механизма

Структурный анализ механизма

Подвижные звенья		Кинематические пары					
Схема	Название	Схема	Вид	Степ. подвижн.	Символ	Класс пары	Высшая низшая
	Кривошип		Вращат.	1	V_{01}	P_5	Низшая
		Коромысло		Вращат.	1	V_{12}	P_5
	Шатун			Вращат.	1	V_{23}	P_5
		Вращат.	1	V_{30}	P_5	Низшая	
		Шатун		Вращат.	1	V_{34}	P_5
	Коромысло			Вращат.	1	V_{45}	P_5
		Вращат.	1	V_{50}	P_5	Низшая	
	Шатун		Вращат.	1	V_{46}	P_5	Низшая
		Ползун		Вращат.	1	V_{67}	P_5
	Поступ.		1	Π_{70}	P_5	Низшая	

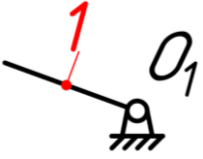
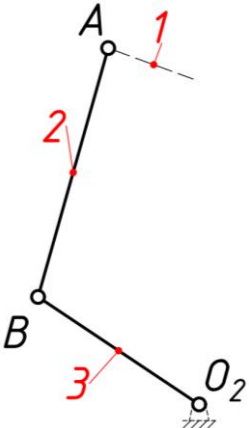
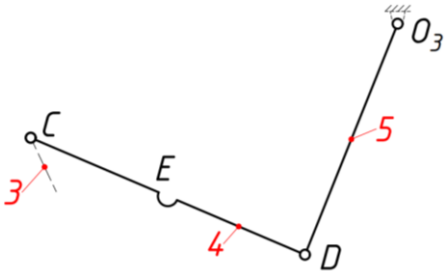
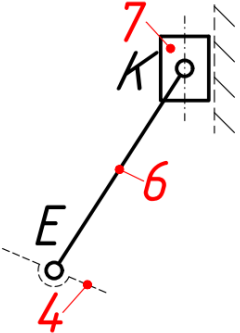
Число подвижных звеньев
 $n = 7$

Число кинематических пар: всего – 10, все пары пятого класса $P_5 = 10$

Степень подвижности механизма $W = 3n - 2P_5 - P_4 = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 10 = 1$

Примечание: пассивных звеньев и кинематических пар механизм не содержит

Начальный механизм и структурные группы (группы Ассура)

Схема	Название, класс, порядок, вид	Число звеньев	Число кинематич. пар		Формула строения
			Всего	поводк.	
	Начальный вращательный механизм I класса	1	1	–	V_{01}
	Двухзвенная двухповодковая группа II класса, 2-го порядка, 1-го вида	2	3	2 ($V_{12}; V_{03}$)	$[V_{12} - V_{23} - V_{30}]$
	Двухзвенная двухповодковая группа II класса, 2-го порядка, 1-го вида	2	3	2 ($V_{34}; V_{05}$)	$[V_{34} - V_{45} - V_{50}]$
	Двухзвенная двухповодковая группа II класса, 2-го порядка, 2-го вида	2	3	2 ($V_{46}; \Pi_{07}$)	$[V_{46} - V_{67} - \Pi_{70}]$

Начальных механизмов – 1.

Групп Ассура – 3, соединение групп – последовательное.

Механизм второго класса.

Формула строения:

в общем виде – $1-[2-3]-[4-5]-[6-7]$;

в развернутом – $V_{01}-[V_{12} - V_{23} - V_{30}]- [V_{34} - V_{45} - V_{50}]- [V_{46} - V_{67} - \Pi_{70}]$.

2. Определение линейных скоростей точек и угловых скоростей звеньев

Линейные скорости

Масштаб плана скоростей: $\mu_V = 0,01 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}}$.

1) Скорости точек O_1, O_2, O_3 равны нулю:

$$\bar{V}_{O_1} = \bar{V}_{O_2} = \bar{V}_{O_3} = 0;$$

Скорости отражаются на плане полюсом p_v . Обозначение точек – строчные буквы.

2) Скорость точки A :

$$\bar{V}_A = \bar{V}_{O_1} + \bar{V}_{AO_1} = 0;$$

$$\bar{V}_{O_1} = 0; V_{AO_1} = \omega_1 \cdot l_{O_1A}; \bar{V}_{AO_1} \perp \overline{AO_1};$$

$$V_A = \omega_1 \cdot l_{O_1A}.$$

Вычисление скорости:

$$\omega_1 = 4 \frac{1}{\text{с}}; V_A = 4 \cdot 0,15 = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Длина отрезка скорости \bar{V}_A на плане скоростей:

$$p_v a = \frac{V_A}{\mu} = \frac{0,6}{0,01} = 60 \text{м};$$

3) Скорость точки B :

Скорость точки B рассматривается относительно полюсов A и O_2 :

Относительно A

$$\begin{cases} \bar{V}_B = \bar{V}_A + \bar{V}_{BA}; \\ \bar{V}_{BA} \perp \overline{BA}. \end{cases}$$

Относительно O_2

$$\begin{cases} \bar{V}_B = \bar{V}_{O_2} + \bar{V}_{BO_2}; \\ \bar{V}_{BO_2} \perp \overline{BO_2}. \end{cases}$$

Система решается графически, по плану скоростей определяется положение точки b и отрезок $p_v b$, соответствующий вектору скорости \bar{V}_B в масштабе плана скоростей.

4) Скорость точки C :

Скорость точки C рассматривается относительно полюсов B и O_2 , составляется система, дополняется недостающими уравнениями:

Относительно B :

$$\begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB}; \\ \bar{V}_{CB} \perp \overline{CB}. \end{cases}$$

Относительно O_2 :

$$\begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_{O_2} + \bar{V}_{CO_2}; \\ \bar{V}_{CO_2} \perp \overline{CO_2}. \end{cases}$$

Система решается графически, по плану скоростей определяется положение точки c и отрезок p, c , соответствующий вектору скорости \bar{V}_B в масштабе плана скоростей.

Треугольник Δsco_2b плана скоростей подобен ΔCO_2B плана механизма. Их соответствующие стороны взаимно перпендикулярны, поэтому треугольники повернуты на 90 градусов относительно друг друга. Из подобия $\Delta sco_2b \sim \Delta CO_2B$ определяется отрезок p, c .

5) Скорость точки D :

Скорость точки D рассматривается относительно полюсов C и O_3 , составляется система, дополняется недостающими уравнениями:

$$\begin{array}{ll} \text{Относительно } C: & \text{Относительно } O_3: \\ \left\{ \begin{array}{l} \bar{V}_D = \bar{V}_C + \bar{V}_{DC}; \\ \bar{V}_{DC} \perp \overline{DC}. \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \bar{V}_D = \bar{V}_{O_3} + \bar{V}_{DO_3}; \\ \bar{V}_{DO_3} \perp \overline{DO_3}. \end{array} \right. \end{array}$$

6) Скорость точки E :

Точка E находится на звене CD . По свойству подобия составляется пропорция:

$$\frac{l_{CE}}{ce} = \frac{l_{CD}}{cd};$$

Из пропорции находится длина отрезка ce , что позволяет определить положение точки e на плане скоростей, находится искомая величина p, e :

$$ce = \frac{l_{CE} \cdot cd}{l_{CD}} = \frac{300 \cdot 22,1453}{600} = 11,07265 \text{ мм};$$

7) Скорость точки K :

$$\bar{V}_K = \bar{V}_E + \bar{V}_{KE};$$

Дополнительные уравнения:

$$\bar{V}_{KE} \perp \overline{KE};$$

$$\bar{V}_K \parallel Y - Y.$$

Система решается графически, по плану скоростей определяется положение точки k , точка находится на пересечении осей $Y - Y$ и оси \bar{V}_{KE} . Отрезок p, k , соответствующий вектору скорости \bar{V}_B в масштабе плана скоростей.

Значения скоростей

Скорости определяются по плану скоростей, значениям скоростей соответствуют длины их отрезков, помноженных на масштабный коэффициент.

Линейные скорости:

$$\begin{aligned}V_A &= \omega_1 \cdot l_{O_1A} = 4 \cdot 0,15 = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; & V_D &= \mu_V \cdot p_v d = 0,01 \cdot 10,4060 \approx 0,104 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \\V_B &= \mu_V \cdot p_v b = 0,01 \cdot 21,1714 \approx 0,212 \frac{\text{м}}{\text{с}}; & V_E &= \mu_V \cdot p_v e = 0,01 \cdot 12,4761 \approx 0,125 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \\V_C &= \mu_V \cdot p_v c = 0,01 \cdot 21,1714 \approx 0,212 \frac{\text{м}}{\text{с}}; & V_K &= \mu_V \cdot p_v k = 0,01 \cdot 22,0623 \approx 0,221 \frac{\text{м}}{\text{с}}.\end{aligned}$$

Угловые скорости:

1) Угловая скорость звена 1 – задана $\omega_1 = 4 \frac{1}{\text{с}}$, против часовой вокруг O_1 .

2) Угловая скорость звена 2:

а) величина: $\omega_2 = \frac{V_{AB}}{l_{AB}} = \frac{ab \cdot \mu_V}{l_{AB}} = \frac{67,5541 \cdot 0,01}{0,4} \approx 1,689 \frac{1}{\text{с}}$;

б) направление: \vec{V}_{AB} переносится в точку A плана механизма – по часовой вокруг B .

3) Угловая скорость звена 3:

а) величина: $\omega_3 = \frac{V_{BO_2}}{l_{BO_2}} = \frac{p_v b \cdot \mu_V}{l_{BO_2}} = \frac{21,1714 \cdot 0,01}{0,3} \approx 0,706 \frac{1}{\text{с}}$;

б) направление: \vec{V}_{BO_2} переносится в точку B плана механизма – по часовой вокруг O_2 .

4) Угловая скорость звена 4:

а) величина: $\omega_4 = \frac{V_{CD}}{l_{CD}} = \frac{cd \cdot \mu_V}{l_{CD}} = \frac{22,1453 \cdot 0,01}{0,6} \approx 0,369 \frac{1}{\text{с}}$;

б) направление: \vec{V}_{CD} переносится в точку C плана механизма – по часовой вокруг D .

5) Угловая скорость звена 5:

а) величина: $\omega_5 = \frac{V_{DO_3}}{l_{DO_3}} = \frac{p_v d \cdot \mu_V}{l_{DO_3}} = \frac{10,4059 \cdot 0,01}{0,5} \approx 0,208 \frac{1}{\text{с}}$;

б) направление: \vec{V}_{DO_3} в точку D плана механизма – против часовой вокруг O_3 .

6) Угловая скорость звена 6:

а) величина: $\omega_6 = \frac{V_{KE}}{l_{KE}} = \frac{ke \cdot \mu_V}{l_{KE}} = \frac{19,9360 \cdot 0,01}{0,3} \approx 0,665 \frac{1}{\text{с}}$;

б) направление: \vec{V}_{KE} в точку B плана механизма – против часовой вокруг E

План скоростей, направления скоростей:

Построен план скоростей в масштабе $\mu_V = 0,01 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}}$, схема механизма вычерчена в масштабе 1:10 с учётом угла поворота звена AO_1 . На схеме механизма указаны направления угловых скоростей звеньев. Для лучшего представления линейные скорости точек и относительные скорости на схеме механизма показаны в масштабе $\mu_V = 0,025 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}}$.

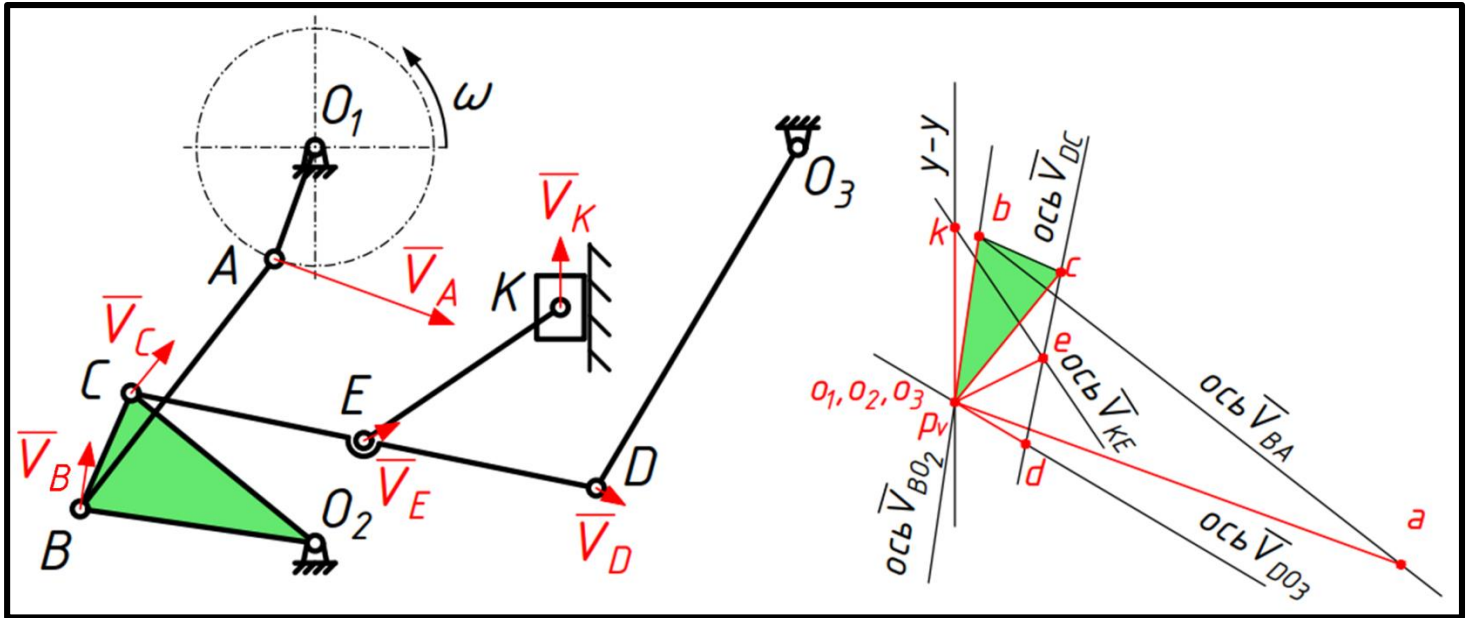


Рисунок 5 – Линейные скорости точек и план скоростей

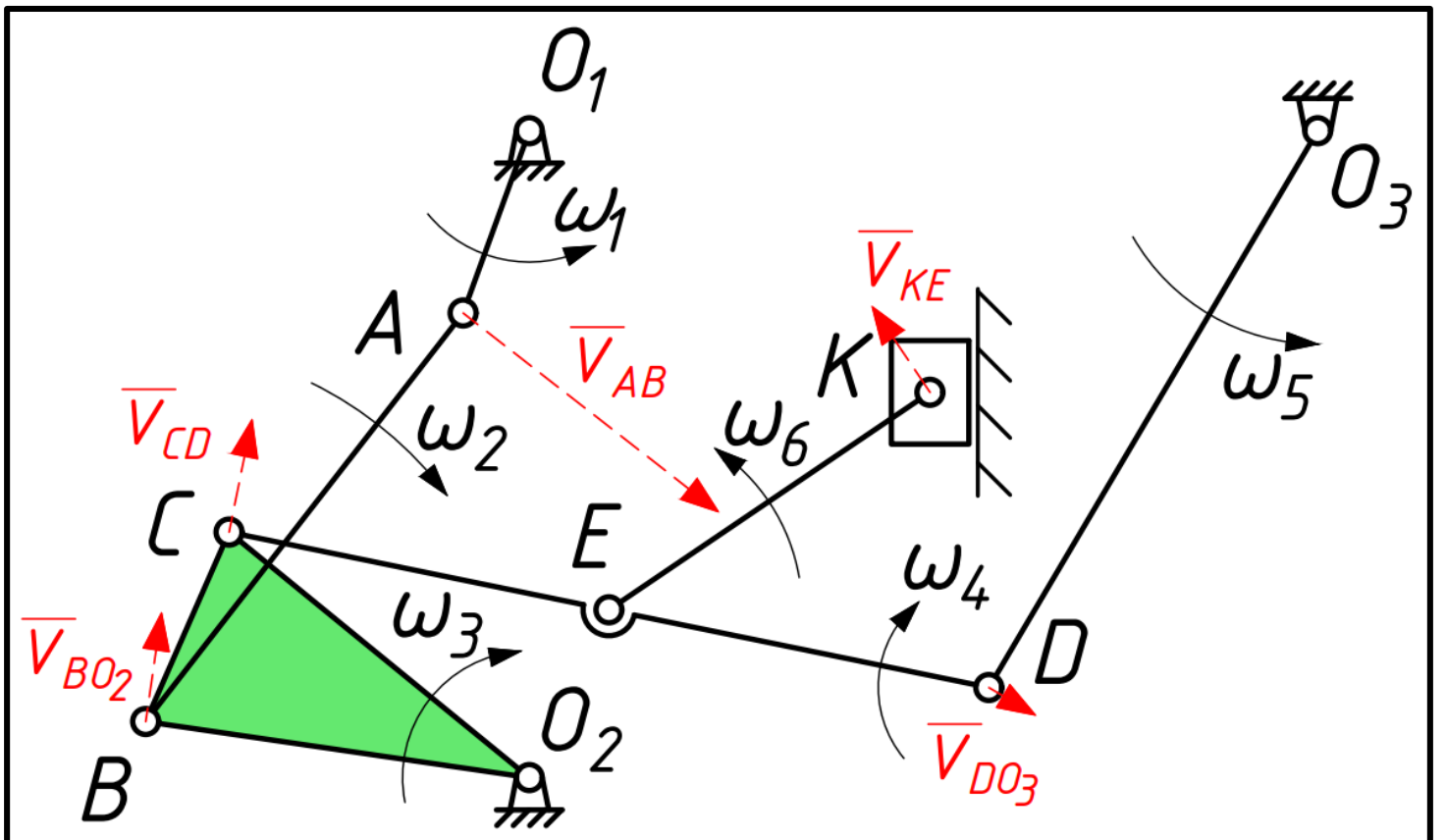


Рисунок 6 – Угловые скорости и относительные скорости звеньев

3. Определение линейных ускорений точек и угловых ускорений звеньев

Линейные ускорения точек:

Масштаб плана ускорений: $\mu_a = 0,05 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}}$.

1) Ускорения точек O_1, O_2, O_3 равны нулю:

$$\bar{a}_{O_1} = \bar{a}_{O_2} = \bar{a}_{O_3} = 0;$$

Ускорения соответствуют полюсу p_a на плане.

2) Ускорение точки A :

Ускорение точки A складывается из линейного ускорения точки \bar{a}_{O_1} и относительного ускорения точки A относительно AO_1 :

$$\bar{a}_A = \bar{a}_{O_1} + \bar{a}_{AO_1};$$

Относительное ускорение \bar{a}_{AO_1} состоит из нормального $\bar{a}_{AO_1}^n$ и тангенциального $\bar{a}_{AO_1}^t$:

$$\bar{a}_{AO_1} = \bar{a}_{AO_1}^n + \bar{a}_{AO_1}^t;$$

Вектор нормального ускорения направлен к полюсной точке O_1 , он имеет величину:

$$a_{AO_1}^n = \omega_1^2 l_{AO_1};$$

$$\bar{a}_{AO_1}^n \uparrow \uparrow \overline{AO_1}.$$

Вектор тангенциального ускорения направлен перпендикулярно AO_1 , его величина:

$$a_{AO_1}^t = l_{AO_1} \cdot \varepsilon_1;$$

$$\bar{a}_{AO_1}^t \perp \overline{AO_1}.$$

Если $\omega_1 = const$, а угловое ускорение ε_1 есть производная угловой скорости по времени, то угловое и тангенциальное ускорения равны нулю:

$$\bar{a}_{AO_1}^t = 0;$$

$$\varepsilon_1 = 0.$$

Так как \bar{a}_{O_1} , ускорение точки A равняется нормальному относительному ускорению:

$$a_A = a_{AO_1}^n = \omega_1^2 l_{AO_1} = 16 \cdot 0,15 = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

Длина отрезка ускорения \bar{a}_{O_1} на плане:

$$p_a a = \frac{a_A}{\mu_a} = \frac{2,4}{0,05} = 48 \text{мм};$$

Ускорение указывается на плане ускорений.

3) Ускорение точки B :

Ускорение точки рассматривается относительно полюсов A и O_2 :

$$\begin{array}{l} \text{Относительно } A: \\ \left\{ \begin{array}{l} \bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}; \\ \bar{a}_{BA} = \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t; \\ a_{BA}^n = \omega_2^2 l_{BA}; \\ \bar{a}_{BA}^n \uparrow \overline{BA}; \\ \bar{a}_{BA}^t \perp \overline{BA}. \end{array} \right. \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Относительно } O_2: \\ \left\{ \begin{array}{l} \bar{a}_B = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{BO_2}; \\ \bar{a}_{BO_2} = \bar{a}_{BO_2}^n + \bar{a}_{BO_2}^t; \\ a_{BO_2}^n = \omega_3^2 l_{BO_2}; \\ \bar{a}_{BO_2}^n \uparrow \overline{BO_2}; \\ \bar{a}_{BO_2}^t \perp \overline{BO_2}. \end{array} \right. \end{array}$$

Решение систем уравнений находится графически по плану ускорений. Для построения нормальных ускорений находят их величины.

$$\begin{array}{ll} a_{BA}^n = \omega_2^2 l_{BA}; & a_{BO_2}^n = \omega_3^2 l_{BO_2}; \\ a_{BA}^n = 1,689^2 \cdot 0,4 \approx 1,141 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; & a_{BO_2}^n = 0,706^2 \cdot 0,3 \approx 0,149 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \\ ba^n = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{1,141}{0,05} = 22,82 \text{мм.} & pa^n = \frac{a_{BO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0,149}{0,05} = 2,98 \text{мм.} \end{array}$$

Ускорение в точке:

$$a_b = p_a b \cdot \mu_a = 77,1325 \cdot 0,05 \approx 3,857 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

4. Ускорение точки C :

Из подобия $\Delta CO_2B \sim \Delta CO_2V$ определяются отрезки $p_a c$ и bc .

$$\frac{l_{O_2B}}{p_a b} = \frac{l_{CO_2}}{p_a c} = \frac{l_{BC}}{bc};$$

$$p_a c = \frac{p_a b \cdot l_{CO_2}}{l_{O_2B}}, \text{ так как } CO_2 = O_2B, \text{ то } p_a c = p_a b \approx 77,1325 \text{ мм};$$

$$bc = \frac{l_{BC} \cdot p_a b}{l_{O_2B}} = \frac{160 \cdot 77,1325}{300} \approx 41,138 \text{ мм.}$$

Ускорение в точке:

$$a_c = p_a c \cdot \mu_a = 77,1325 \cdot 0,05 \approx 3,857 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

5. Ускорение точки D :

Ускорение точки рассматривается относительно полюсов C и O_3 .

Относительно C :	Относительно O_3 :
$\left\{ \begin{array}{l} \bar{a}_D = \bar{a}_A + \bar{a}_{DC}; \\ \bar{a}_{DC} = \bar{a}_{DC}^n + \bar{a}_{DC}^t; \\ a_{DC}^n = \omega_2^2 l_{DC}; \\ \bar{a}_{DA}^n \uparrow\uparrow \overline{DC}; \\ \bar{a}_{DC}^t \perp \overline{DC}. \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \bar{a}_D = \bar{a}_{O_3} + \bar{a}_{DO_3}; \\ \bar{a}_{DO_3} = \bar{a}_{DO_3}^n + \bar{a}_{DO_3}^t; \\ a_{DO_3}^n = \omega_3^2 l_{DO_3}; \\ \bar{a}_{DO_3}^n \uparrow\uparrow \overline{DO_3}; \\ \bar{a}_{DO_3}^t \perp \overline{DO_3}. \end{array} \right.$

Решение систем уравнений находится графически по плану ускорений. Для построения нормальных ускорений находятся их величины.

$$a_{DC}^n = \omega_2^2 l_{DC}; \quad a_{DO_3}^n = \omega_3^2 l_{DO_3};$$

$$a_{DC}^n = 0,369^2 \cdot 0,6 \approx 0,082 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \quad a_{DO_3}^n = 0,208^2 \cdot 0,5 \approx 0,022 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$dc^n = \frac{a_{DC}^n}{\mu_a} = \frac{0,082}{0,05} = 1,64 \text{ мм.} \quad p_a d^n = \frac{a_{DO_3}^n}{\mu_a} = \frac{0,022}{0,05} = 0,44 \text{ мм.}$$

Ускорение в точке:

$$a_D = p_a d \cdot \mu_a = 38,7911 \cdot 0,05 \approx 1,939 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

6. Ускорение точки E :

Точка E находится на звене CD . По свойству подобия составляется пропорция:

$$\frac{l_{CE}}{ce} = \frac{l_{CD}}{cd};$$

Из пропорции находится длина отрезка ce , что позволяет определить положение точки e на плане скоростей, находится искомая величина p_{ve} :

$$ce = \frac{l_{CE} \cdot cd}{l_{CD}} = \frac{300 \cdot 79,1323}{600} = 39,56615 \text{ мм};$$

Ускорение в точке:

$$a_E = p_a e \cdot \mu_a = 46,4931 \cdot 0,05 \approx 2,325 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

7. Ускорение точки K :

Ускорение точки рассматривается относительно полюса E и вертикальной силы, направление которой обозначено как $Y - Y$:

$$\bar{a}_K = \bar{a}_E + \bar{a}_{KE};$$

$$\bar{a}_{KE} = \bar{a}_{KE}^n + \bar{a}_{KE}^t;$$

$$a_{KE}^n = \omega_6^2 l_{KE};$$

$$\bar{a}_{KE}^n \uparrow \uparrow \overline{KE};$$

$$\bar{a}_{DC}^t \perp \overline{DC}.$$

Решение системы уравнений находится графически по плану ускорений. Для построения нормального ускорения находится его величины.

$$a_{KE}^n = \omega_6^2 l_{KE};$$

$$a_{KE}^n = 0,665^2 \cdot 0,3 \approx 0,1327 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$ke^n = \frac{a_{KE}^n}{\mu_a} = \frac{0,1327}{0,05} = 2,654 \text{мм.}$$

Ускорение в точке:

$$a_K = p_a e \cdot \mu_a = 77,0464 \cdot 0,05 \approx 3,852 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Угловые ускорения точек:

1) Угловое ускорение звена 1 – $e_1 = 0$;

2) Угловое ускорение звена 2:

а) величина: $e_2 = \frac{a_{AB}^t}{l_{AB}} = \frac{ab^t \cdot \mu_a}{l_{AB}} = \frac{20,7188 \cdot 0,05}{0,4} \approx 2,5899 \frac{1}{c^2}$;

б) направление: \bar{a}_{AB} переносится в точку A плана механизма – по часовой вокруг B .

3) Угловое ускорение звена 3:

а) величина: $e_3 = \frac{a_{BO_2}^t}{l_{BO_2}} = \frac{p_a b^t \cdot \mu_a}{l_{BO_2}} = \frac{77,0749 \cdot 0,05}{0,3} \approx 12,846 \frac{1}{c^2}$;

б) направление: \bar{a}_{BO_2} переносится в B плана механизма – по часовой вокруг O_2 .

4) Угловое ускорение звена 4:

а) величина: $e_4 = \frac{a_{CD}^t}{l_{CD}} = \frac{cd^t \cdot \mu_a}{l_{CD}} = \frac{79,1153 \cdot 0,05}{0,6} \approx 6,593 \frac{1}{c^2}$;

б) направление: \bar{a}_{CD} переносится в C плана механизма – по часовой вокруг D .

5) Угловое ускорение звена 5:

а) величина: $e_5 = \frac{a_{DO_3}^t}{l_{DO_3}} = \frac{p_a d^t \cdot \mu_a}{l_{DO_3}} = \frac{38,7886 \cdot 0,05}{0,5} \approx 3,879 \frac{1}{c^2}$;

б) направление: \bar{a}_{DO_3} переносится в D плана механизма – против часовой вокруг O_3 .

6) Угловое ускорение звена 6:

а) величина: $e_6 = \frac{a_{KE}^t}{l_{KE}} = \frac{ke^t \cdot \mu_a}{l_{KE}} = \frac{71,6108 \cdot 0,05}{0,3} \approx 11,935 \frac{1}{c^2}$;

б) направление: \bar{a}_{KE} переносится в K плана механизма – против часовой вокруг E .

План ускорений, направления ускорений:

План ускорений вычерчен в масштабе $\mu_a = 0,05 \frac{m/c^2}{mm}$. Направления угловых ускорений указаны на схеме механизма, вычерченной в масштабе 1:10. Для лучшего вида относительные тангенциальные ускорения на схеме механизма имеют масштаб $\mu_a = 0,2 \frac{m/c^2}{mm}$.

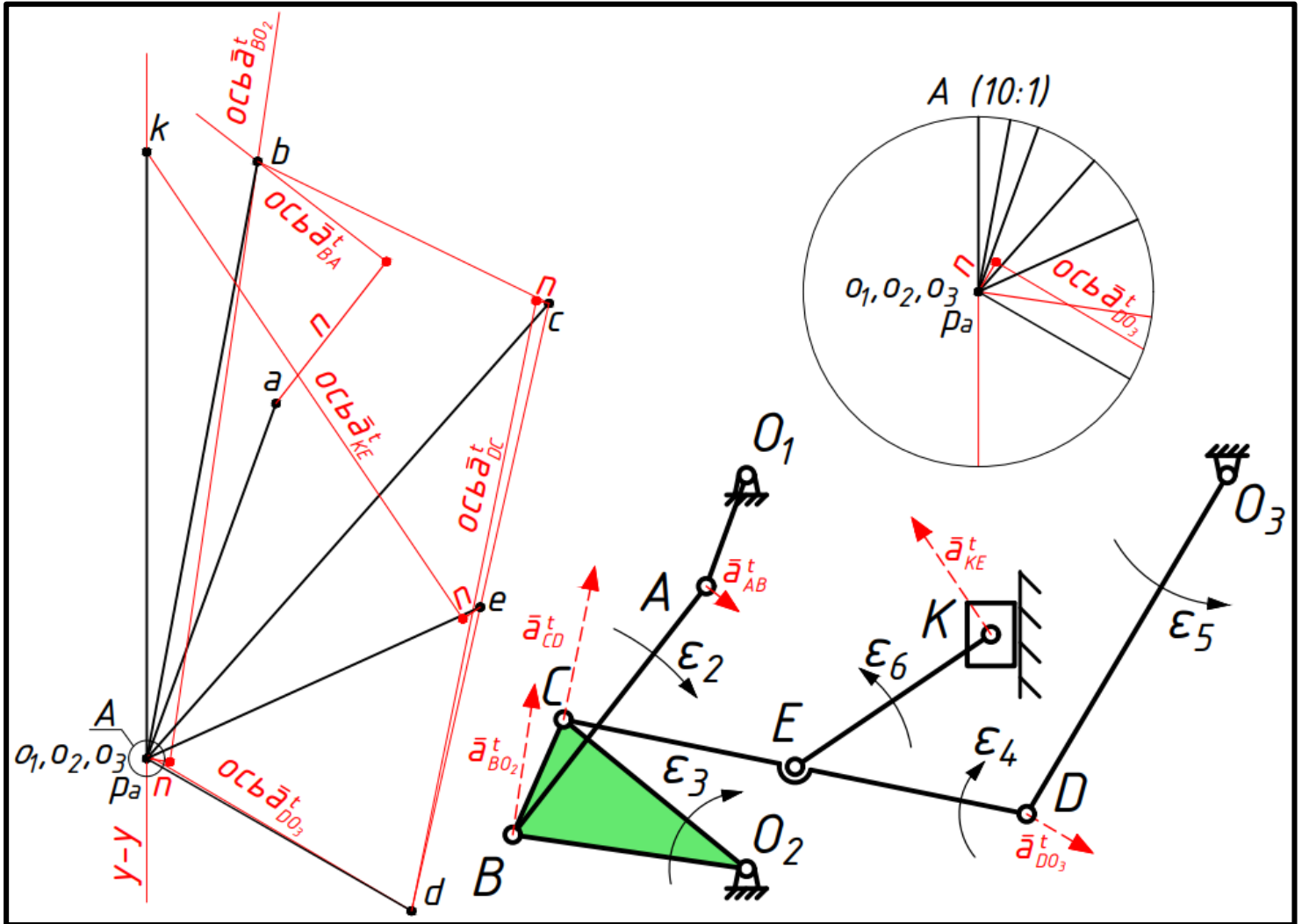


Рисунок 7 – План ускорений и схема механизма с направлениями угловых ускорений

4. Ускорение точки M , располагающейся на звене AB

Точка M делит звено AB на две части AM и MB , относящиеся как 3:2 соответственно. Из известного соотношения определяются длины обеих частей:

$$l_{AM} = \frac{3}{5} l_{AB} = \frac{3 \cdot 400}{5} = 240 \text{ мм}; \quad l_{MB} = \frac{2}{5} l_{AB} = \frac{2 \cdot 400}{5} = 160 \text{ мм}.$$

По свойству подобия составляется пропорция:

$$\frac{l_{MB}}{mb} = \frac{l_{AB}}{ab};$$

Находится длина отрезка mb , определяется положение точки m на плане ускорений:

$$mb = \frac{l_{MB} \cdot ab}{l_{AB}} = \frac{160 \cdot 30,8224}{400} = 12,32896 \text{ мм};$$

По плану ускорений определяется длина $p_a m$:

$$p_a m = 65,29357 \text{ мм};$$

Ускорение в точке:

$$a_M = p_a e \cdot \mu_a = 65,29357 \cdot 0,05 \approx 3,2647 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

Ускорение точки M отражено на плане ускорений и схеме механизма. Масштаб плана ускорений $\mu_a = 0,05 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}}$, масштаб схемы механизма 1:10. Для лучшего вида ускорение точки M обозначено на схеме механизма в масштабе $\mu_a = 0,2 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}}$.

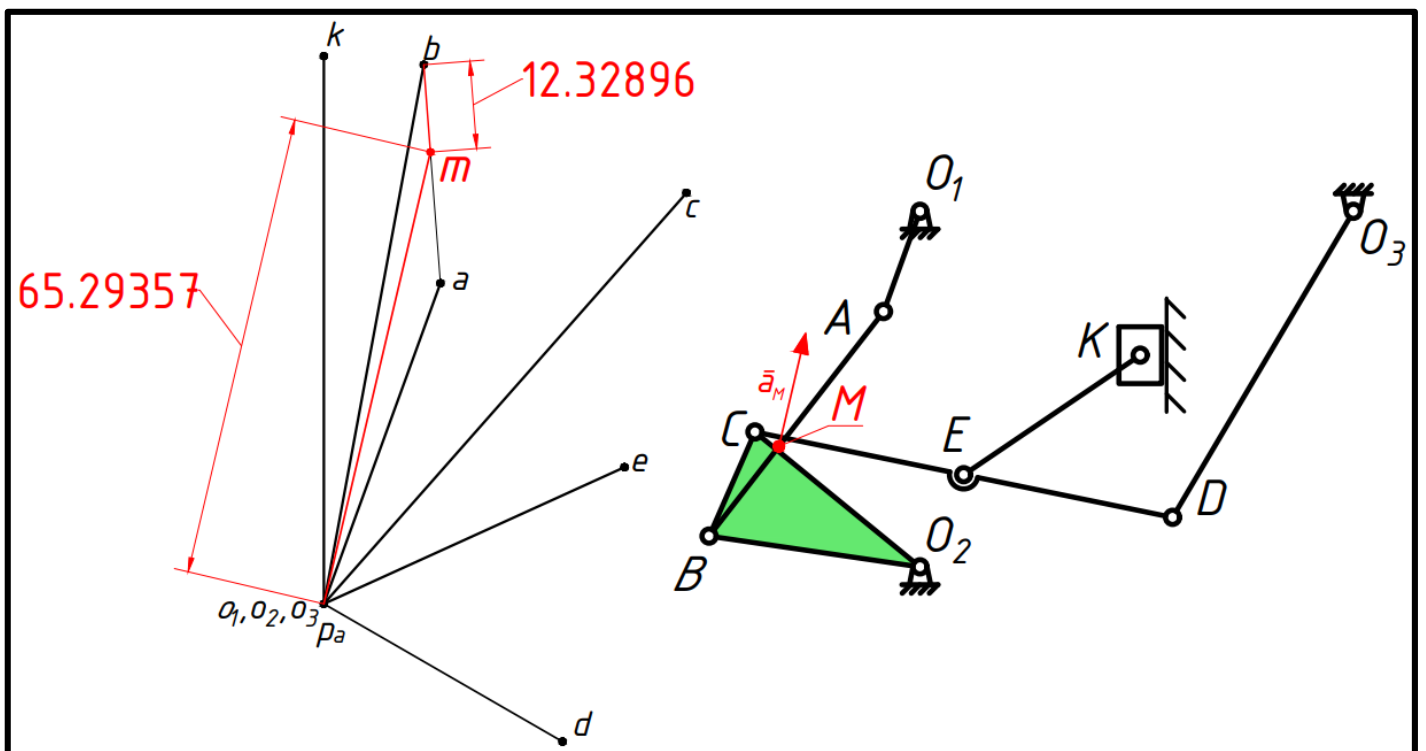


Рисунок 8 – Ускорения точки M по плану ускорений и схема механизма с ускорением