

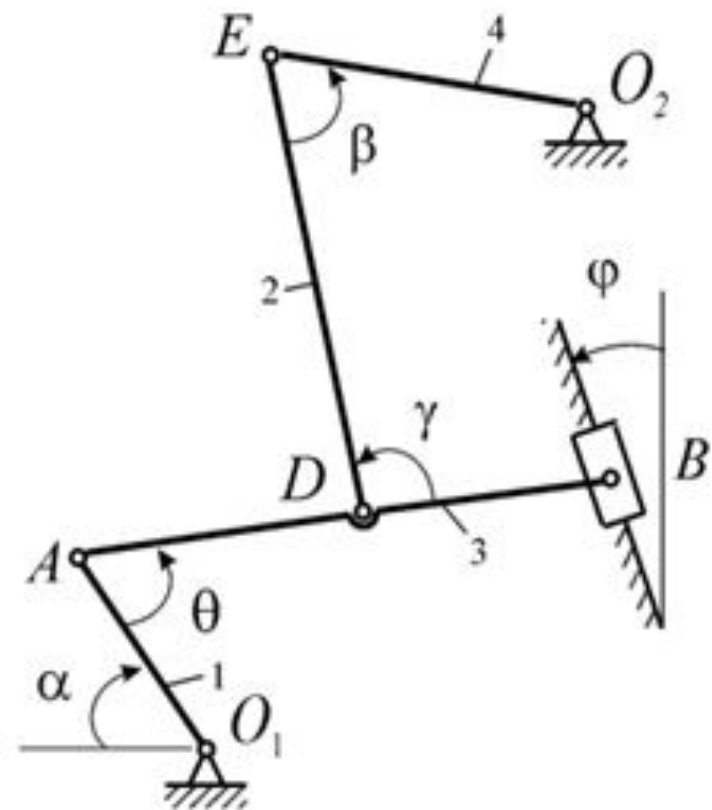
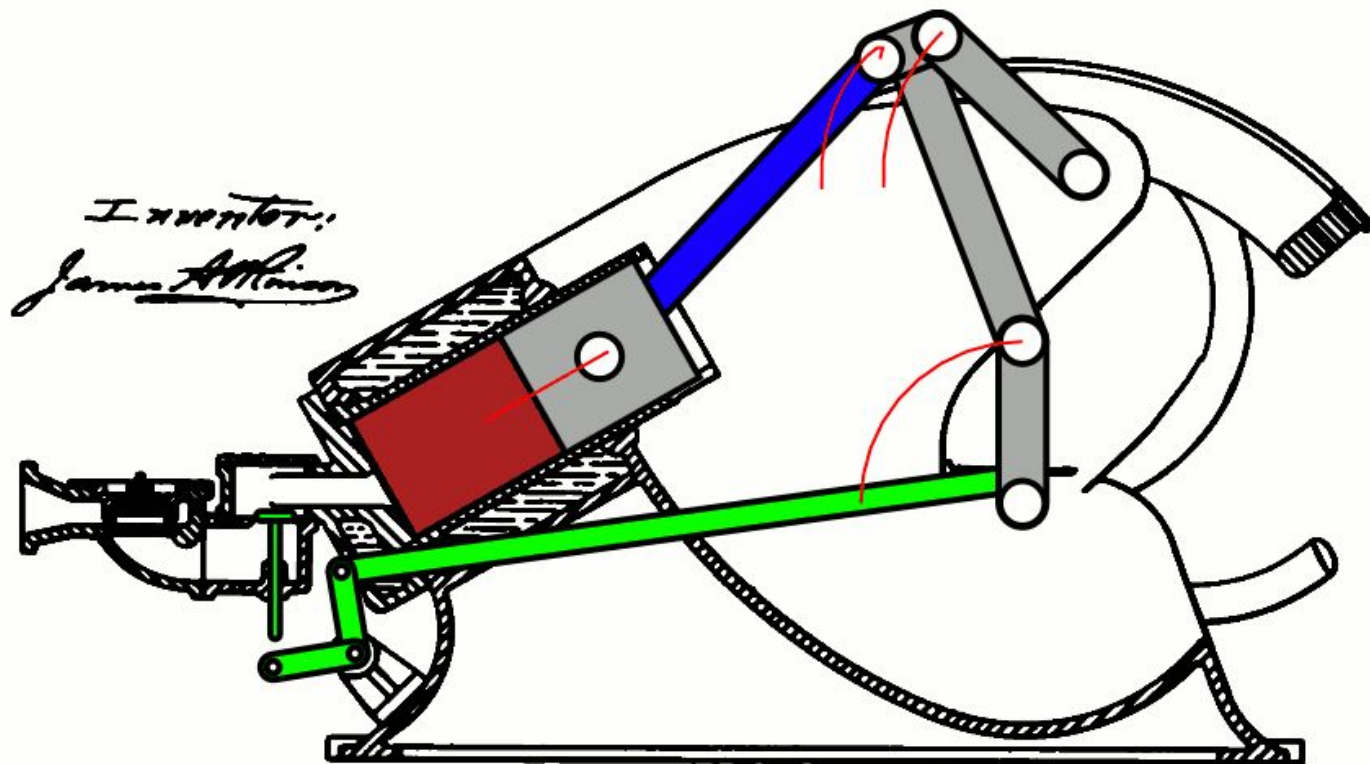
Плоский механизм состоит из стержней 1, 2, 3 и 4 и ползуна В, соединенных друг с другом и с неподвижными опорами O_1 и O_2 шарнирами.

Известны

длины стержней $l_1=0,4$ м, $l_2=1,2$ м, $l_3=1,4$ м, $l_4=0,6$ м, углы $\alpha=60^\circ$, $\beta=150^\circ$, $\gamma=90^\circ$, $\theta=30^\circ$, $\phi=30^\circ$,

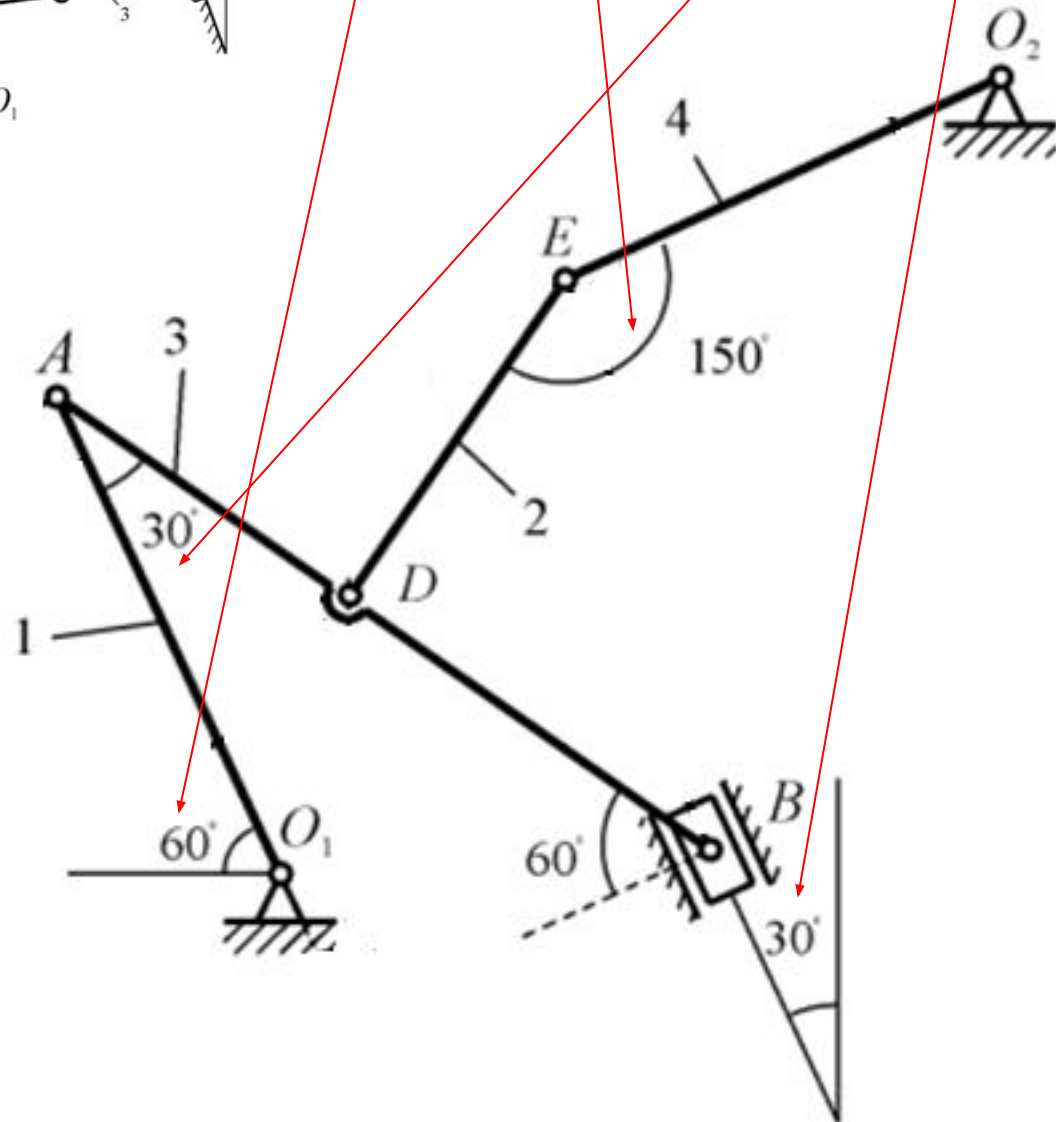
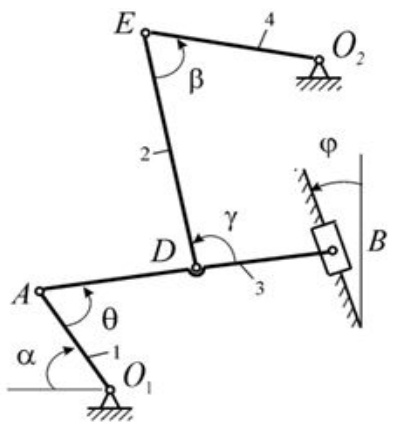
угловая скорость первого стержня $\omega_1=2$ с⁻¹ (направление ω_1 – против хода часовой стрелки).

Требуется найти угловые скорости всех стержней.



Для нашего механизма
Стержень 1 совершает вращательное движение
Стержень 3 – плоскопараллельное движение
Стержень 2 - плоскопараллельное движение
Стержень 4 – вращательное движение
Ползун – поступательное движение

$$\alpha=60^\circ, \beta=150^\circ, \gamma=90^\circ, \theta=30^\circ, \phi=30^\circ$$



Строим положение механизма в соответствии с заданными углами

Построение начинаем с угла α , это значит, что рисуем положение стержня 1 - ставим точку O_1 и от горизонтали откладываем 60° , откладываем в масштабе длину l_1 .

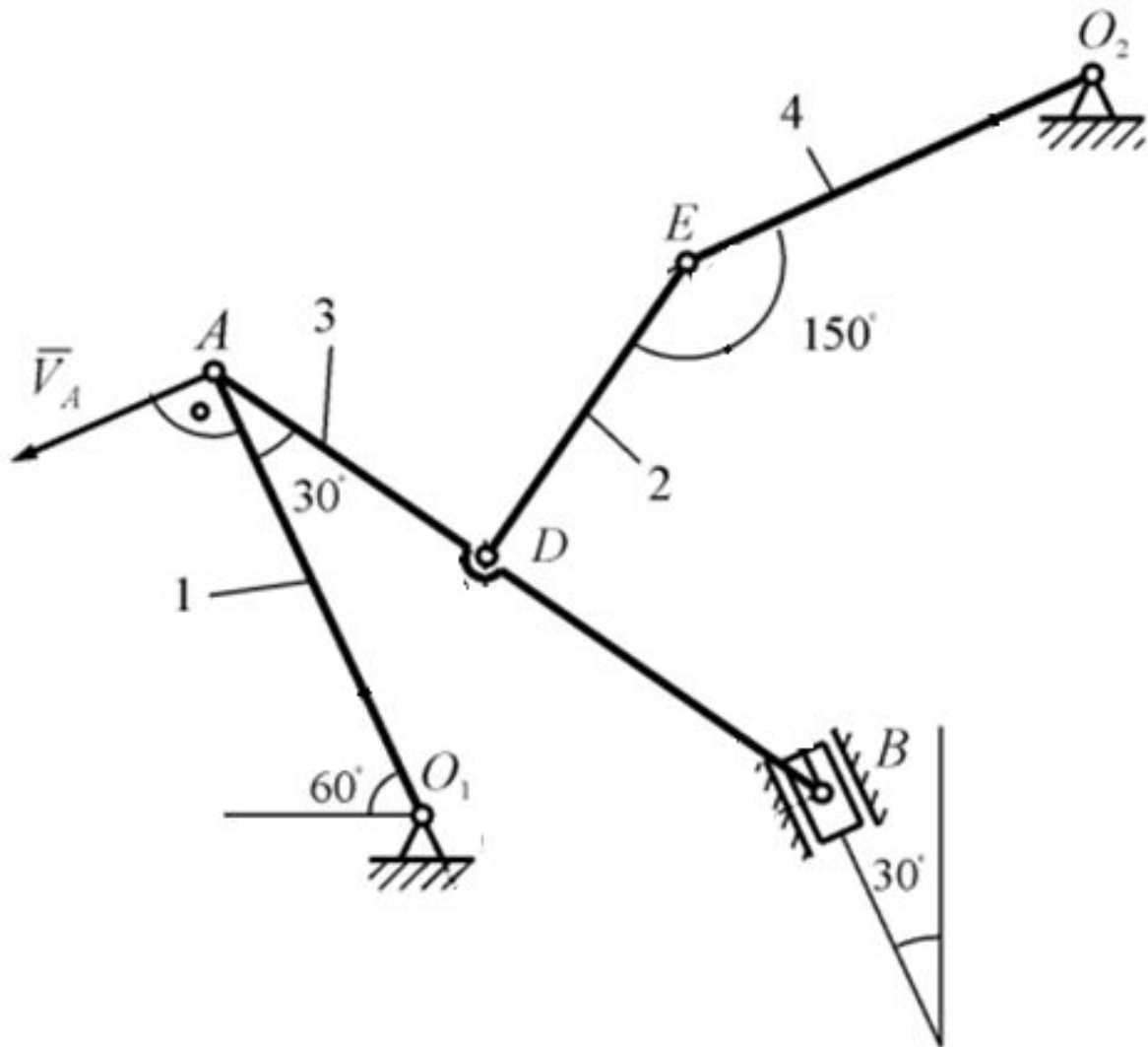
Строим положение стержня 3. От линии 1-го стержня по направлению θ откладываем 30° и откладываем длину 3 стержня.

Отмечаем на стержне 3 точку D (середина)

Строим положение стержня 2. От линии 3-го стержня по направлению γ откладываем 90° и откладываем длину 2-го стержня – получаем точку E .

Строим положение стержня 4. От линии 2-го стержня по направлению β откладываем 150° и откладываем длину 4 стержня – рисуем шарнирную опору O_2 .

Рисуем ползун – в точке B проводим вертикаль, по направлению ϕ откладываем 30° и проводим линию направляющей ползуна и рисуем сам ползун

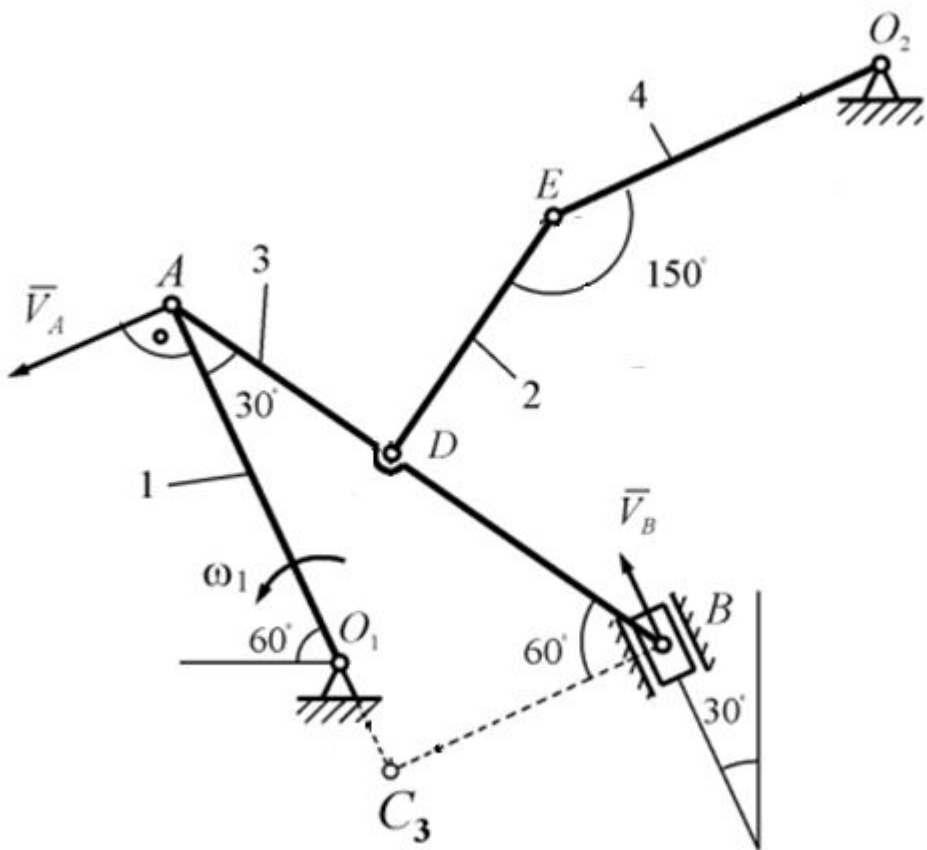


Определяем скорость точки A
 (точка A совершает вращение
 вокруг точки O_1):

$$V_A = \omega_1 \cdot l_1 = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ м/с}$$

Вектор скорости \vec{V}_A

направлен перпендикулярно стержню
 O_1A по направлению ω_1 , т.е. против
 хода часовой стрелки.

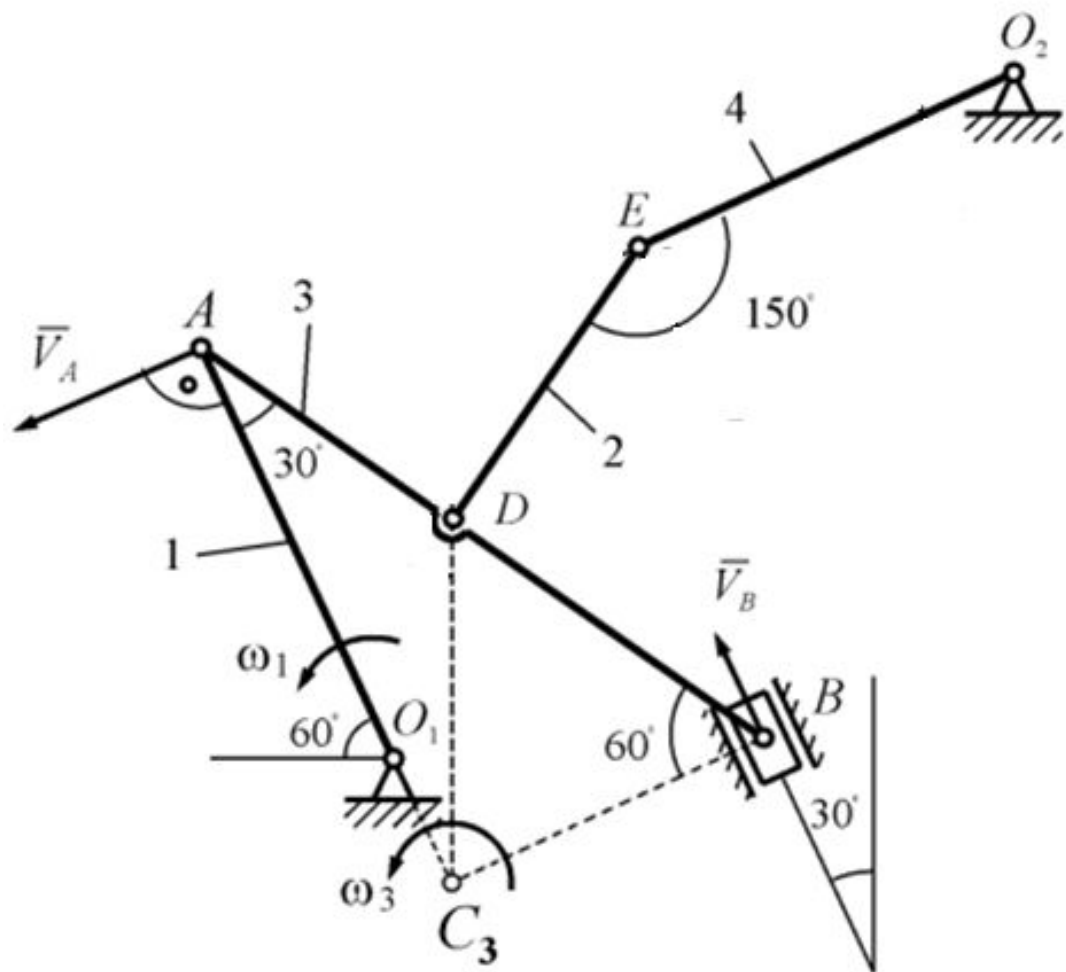


Определяем скорость точки B . Точка B принадлежит стержню AB , который совершает плоскопараллельное движение. Чтобы найти \vec{V}_B надо знать скорость какой-нибудь другой точки этого стержня, нам известна скорость точки A) и направление V_B

Так как точка B принадлежит также и ползуну, который движется вдоль направляющих поступательно, то направление \vec{V}_B известно – вдоль направляющих движения ползуна.

Таким образом, зная скорость точки A и направление скорости точки B , строим мгновенный центр скоростей (МЦС) стержня AB : из точек A и B проводим перпендикуляры к направлениям скоростей V_A и V_B

соответственно и на пересечении находим точку C_3 .



По направлению вектора \vec{V}_A

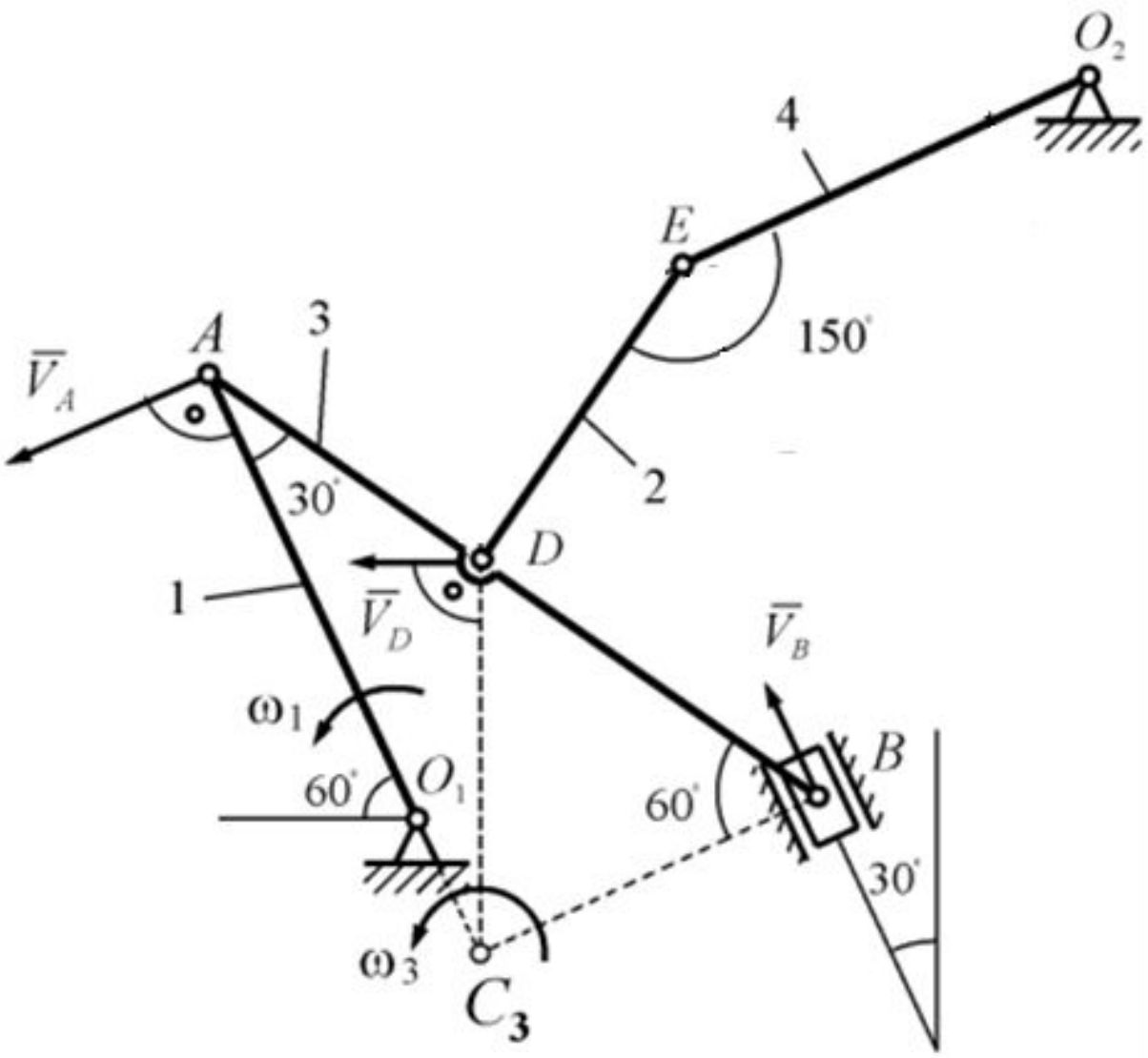
определяем направление поворота стержня АВ вокруг МЦС C_3 , а также находим его угловую скорость ω_3 :

$$\omega_3 = \frac{V_A}{AC_3} = \frac{V_A}{l_3 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{0,8}{1,4 \cdot \cos 30^\circ} = 0,66 \text{ с}^{-1}$$

Изображаем на рисунке дуговую стрелку угловой скорости ω_3 .

Скорость точки В равна

$$V_B = \omega_3 \cdot BC_3 = \omega_3 \cdot l_3 \cdot \sin 30^\circ = 0,66 \cdot 1,4 \cdot \sin 30^\circ = 0,46 \text{ м/с}$$

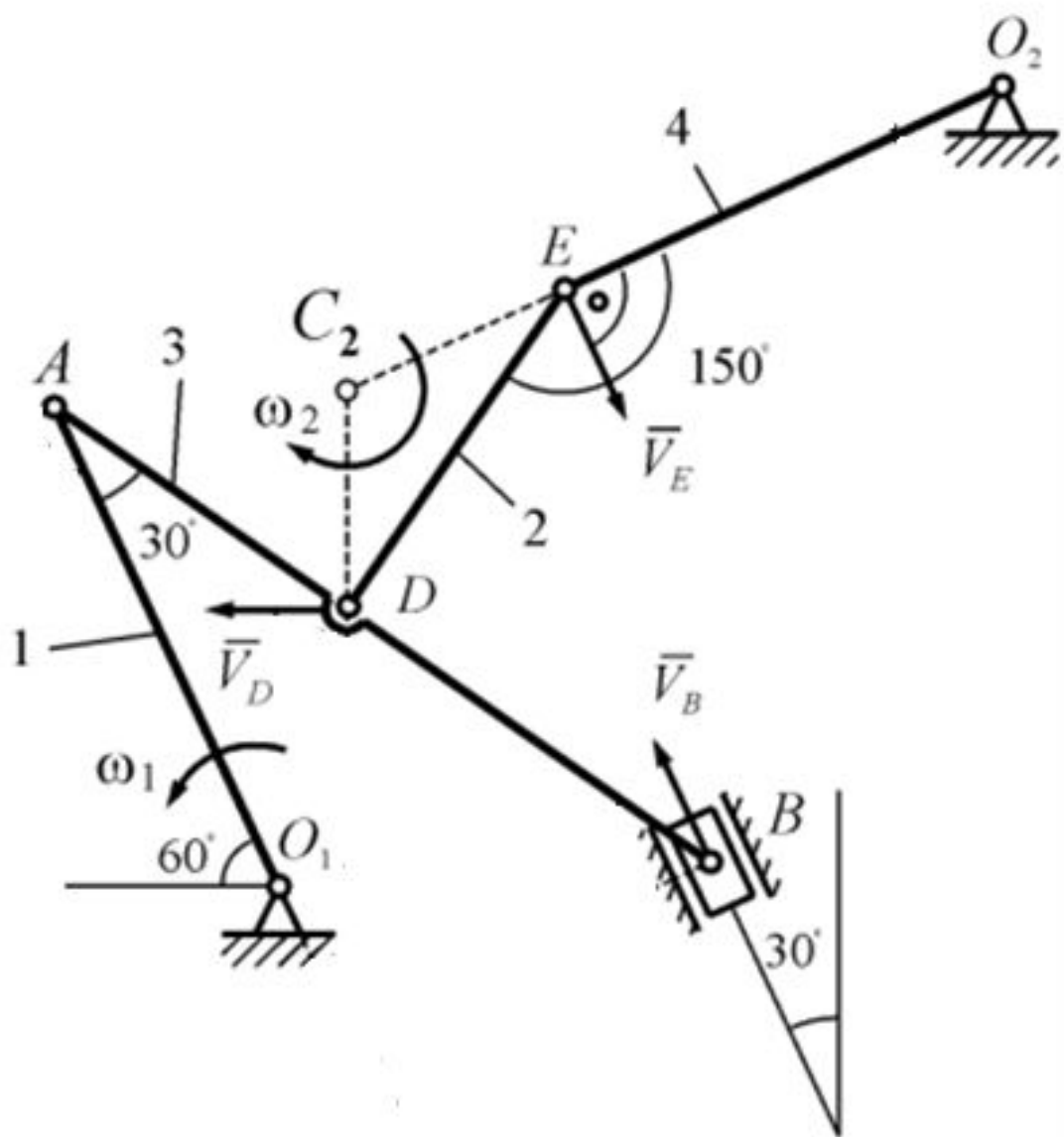


Определяем скорость точки D , принадлежащей стержню 3

$$V_D = \omega_3 \cdot DC_3 = \omega_3 \cdot l_3 \cdot \sin 30^\circ = 0,66 \cdot 1,4 \cdot \sin 30^\circ = 0,46 \text{ м/с}$$

Вектор \vec{V}_D перпендикулярен отрезку DC_3

и направлен в сторону, соответствующую повороту стержня АВ.



Определим скорость точки E .

Точка E принадлежит стержню DE , который совершает плоскопараллельное движение.

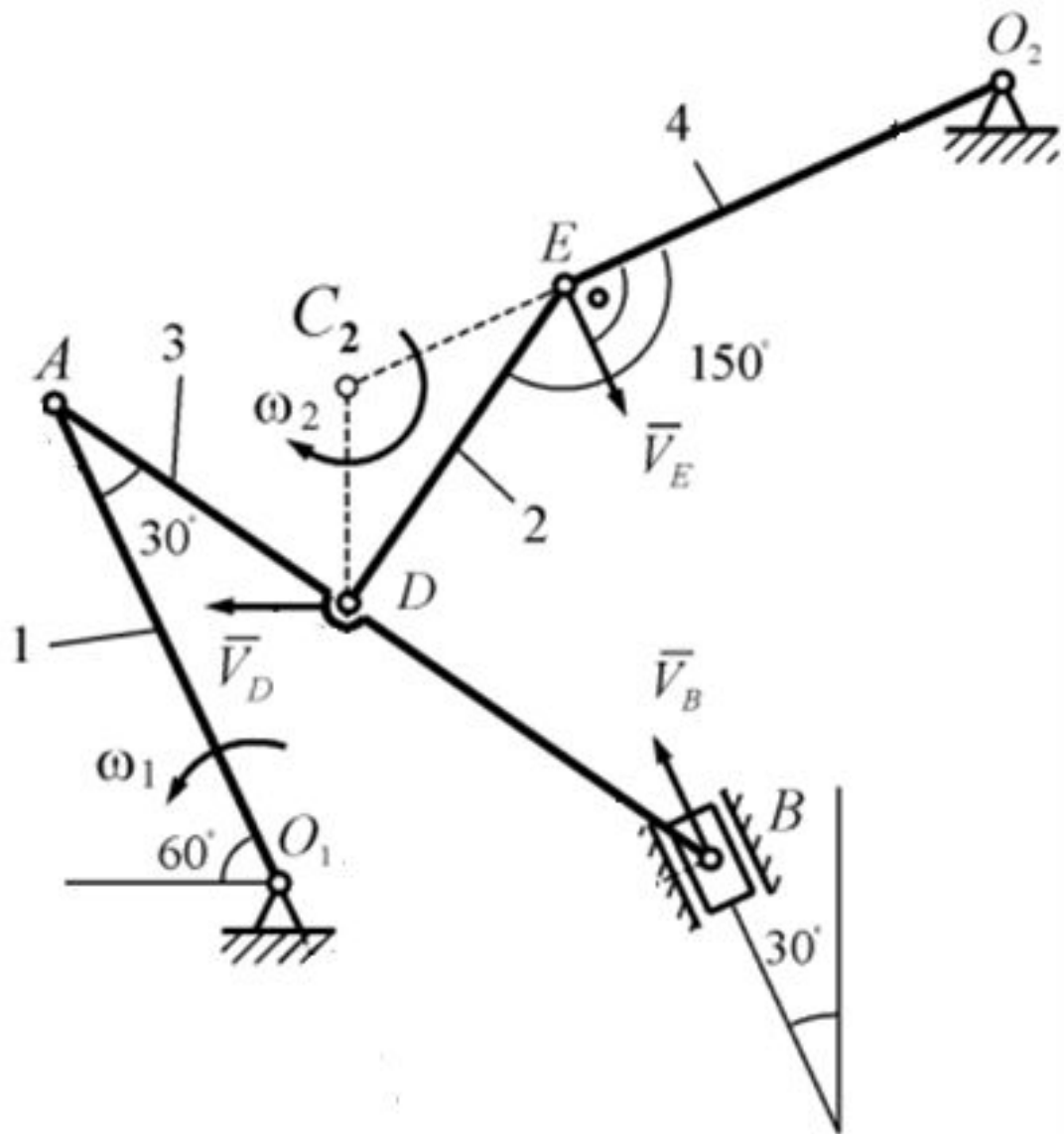
Следовательно, по аналогии с предыдущим расчетом, чтобы определить V_E , надо знать скорость какой-нибудь другой точки этого стержня (известна скорость точки D) и направление V_E

Т.к. точка E принадлежит также и стержню EO_2 , вращающемуся вокруг точки O_2 , поэтому

$$\vec{V}_E \perp O_2E$$

Строим мгновенный центр скоростей (МЦС) стержня DE : из точек D и E проводим перпендикуляры к направлениям скоростей V_D и V_E

соответственно и на пересечении находим точку C_2 .

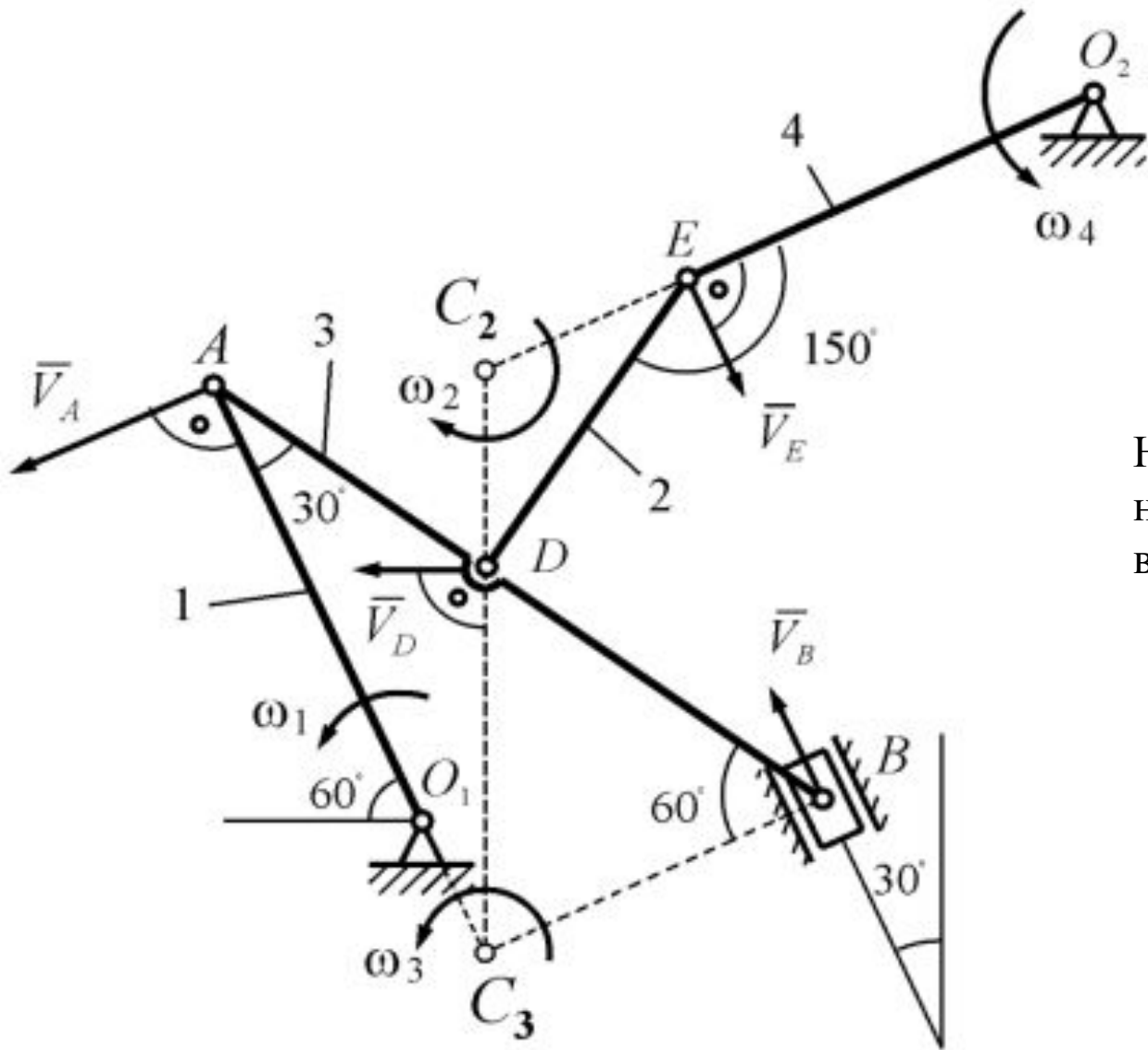


По направлению найденного ранее вектора \vec{V}_D определяем направление поворота стержня DE вокруг центра C_2 . Вектор \vec{V}_E направлен соответственно повороту этого стержня.

Определяем угловую скорость стержня DE и скорость точки E

$$\omega_2 = \frac{V_D}{DC_2} = \frac{V_D}{l_2 / (2 \cdot \cos 30^\circ)} = \frac{0,46}{1,2 / (2 \cdot \cos 30^\circ)} = 0,67 \text{ с}^{-1}$$

$$V_E = \omega_2 \cdot EC_2 = \omega_2 \cdot \frac{l_2}{2 \cdot \cos 30^\circ} = 0,67 \cdot \frac{1,2}{2 \cdot \cos 30^\circ} = 0,46 \text{ м/с}$$



Определяем угловую скорость стержня EO_2

$$\omega_4 = \frac{V_E}{EO_2} = \frac{0,46}{0,6} = 0,77 \text{ с}^{-1}$$

Направление поворота стержня EO_2 вокруг неподвижной точки O_2 находим по направлению вектора скорости \vec{V}_E