

## Задача 2

До начала рассматриваемого процесса механизм неподвижен. Рассматриваемый переходный процесс описывается уравнением движения:

$$J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = M - M_{нагр}$$

Необходимо подставить в уравнение выражения для  $M$  и  $M_{нагр}$ , соответствующие варианту:

$$M(t) = M_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

$$M_{нагр}(t) = M_{ср} + \Delta M \sin(\omega_m t)$$

производная угловой скорости есть величина углового сдвига  $\varphi$

$$\frac{d}{dt} \omega = \frac{M - M_{нагр}}{J} \quad \text{где } J - \text{момент инерции рассматриваемого механизма}$$

$$\frac{M(t) - M_{нагр}(t)}{J} = \frac{M_0 e^{-\frac{t}{T}} - (M_{ср} + \Delta M \sin(t \omega_m))}{J}$$

$$\int \frac{M(t) - M_{нагр}(t)}{J} dt = \cos(t) - e^{-t} - t = \cos(t) - e^{-t} - t$$

$$\int \frac{M(t) - M_{нагр}(t)}{J} dt \frac{d}{dt} = e^{-t} + \sin(t) - \frac{t^2}{2} = e^{-t} + \sin(t) - \frac{t^2}{2}$$

$$\text{тогда } \varphi(t) = e^{-t} + \sin(t) - \frac{t^2}{2}$$

Подставляя известные числовые значения  $M_0, T, \Delta M, \omega_m, J$  определим закон вращения механизма

к примеру: задаем шаг к переменной "время" равной 1 до 100с

$t = 0, 1 \dots 100$  условно примем значения всех известных величин

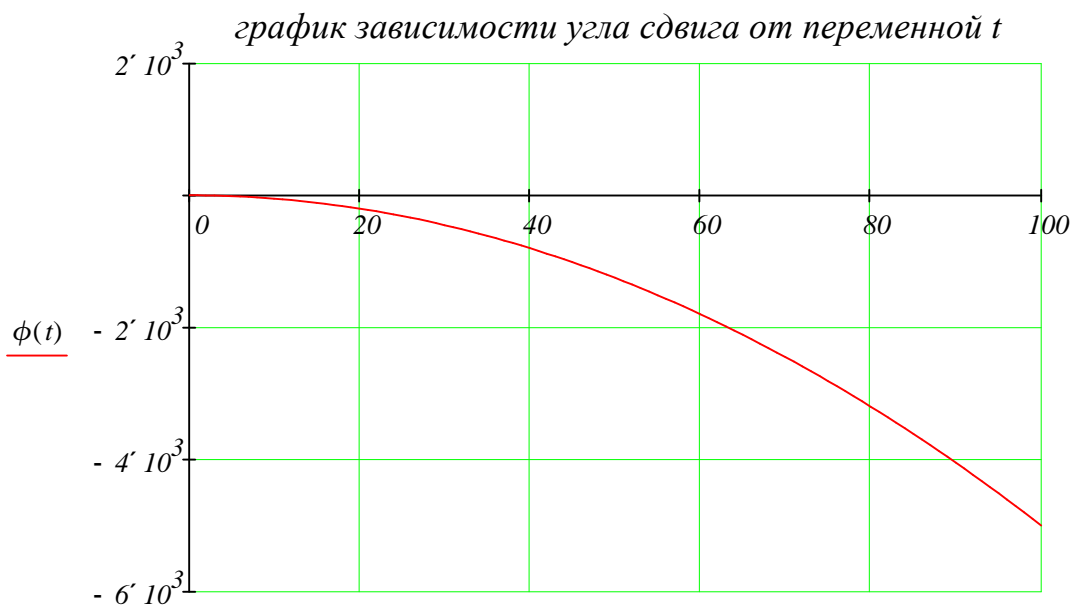
$$M_0 = 3 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad \omega_m = 6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$T = 4 \text{ с} \quad J = 7 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

$$\Delta M = 10 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad M_{ср} = 2$$

тогда при

$t =$	$(\phi(t)) =$
0	1
1	0.709
2	-0.955
3	-4.309
4	-8.738
5	-13.452
6	-18.277
7	-23.842
8	-31.01
9	-40.088
10	-50.544
11	-61.5
12	-72.537
13	-84.08
14	-97.009
...	...



Данные выше выкладки были полностью автоматизированы в маткаде  
пример вычисления диф. уравнения в программной среде Бейсик:

```

10 PRINT 'РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО'
20 PRINT '      ПОРЯДКА МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА'
30 INPUT 'ВВЕДИТЕ ШАГ H=':H:INPUT 'ВВЕДИТЕ НАЧАЛЬНОЕ X0=':X
40 INPUT 'ВВЕДИТЕ НАЧАЛЬНОЕ Y0=':W
50 INPUT 'ВВЕДИТЕ НАЧАЛЬНОЕ DY/DX0=':U:LET Y=W:LET Z=U
60 GOSUB 150:LETA=H*F:LET X=X+H/2
70 LET Y=W+U*H/2+A*H/8:LET Z=U+A/2
80 GOSUB 150:LET B=H*F:LET Z=U+B/2
90 GOSUB 150:LET C=H*F:LET X=X+H/2
100 LET Y=W+H*U+H*C/2:LET Z=U+C:GOSUB 150
110 LET Y=W+H*(U+(A+B+C)/6):LET W=Y
120 LET Z=U+(A+(B+C)*2+H*F)/6:LET U=Z
130 PRINT 'ДЛЯ X=':X:PRINT 'Y=':Y
140 PRINT 'DY/DX=':Z:GOTO 60
150 LET F=-Y+(1-Y*Y)*Z*20:RETURN:END

```

в 150 строке меняем формулу  $y'' = -y + (1 - y^2) \cdot 20y'$

на заданную в условии 
$$\frac{dM(t) - M_{нагр}(t)}{C} \ddot{\vartheta} = \frac{e^{-t}}{7} - \frac{\sin(t)}{7} - \frac{1}{7}$$

где вместо переменной "y" используем переменную "t". Остальные известные числа подставляем в формулу