

Задача 2

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

$$J \cdot \left(\frac{d}{dt} w \right) = M - M_{\text{нагр}}$$

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

$$M(t) := M_{\text{const}}$$

$$M_{\text{нагр}}(t) := M_{\text{ср}} + DM \cdot \sin(w_m \cdot t)$$

производная угловой ускорости есть величина углового сдвига f

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

$$\frac{M(t) - M_{\text{нагр}}(t)}{J} \rightarrow \frac{M_{\text{const}} - (M_{\text{ср}} + DM \cdot \sin(w_m \cdot t))}{J}$$

$$\int \frac{M(t) - M_{\text{нагр}}(t)}{J} dt \rightarrow \int \frac{M_{\text{const}} - M_{\text{ср}} - DM \cdot \sin(w_m \cdot t)}{J} dt \rightarrow \frac{M_{\text{const}} \cdot t - M_{\text{ср}} \cdot t + \frac{\cos(w_m \cdot t)}{w_m} \cdot DM}{J}$$

$$\int \int \frac{M(t) - M_{\text{нагр}}(t)}{J} dt dt \rightarrow \int \frac{M_{\text{const}} \cdot t - M_{\text{ср}} \cdot t + \frac{\cos(w_m \cdot t)}{w_m} \cdot DM}{J} dt \rightarrow \frac{\frac{1}{2} \cdot M_{\text{const}} \cdot t^2 - \frac{1}{2} \cdot M_{\text{ср}} \cdot t^2 + \frac{\sin(w_m \cdot t)}{w_m^2} \cdot DM}{J}$$

тогда $f(t) \rightarrow \frac{\frac{1}{2} \cdot M_{const} \cdot t^2 - \frac{1}{2} \cdot M_{cp} \cdot t^2 + \frac{\sin(w_m \cdot t)}{w_m^2} \cdot DM}{J}$

Подставляя известные числовые значения M_0, T, DM, w_m, J определим закон вращения механизма

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

$t := 0, 1 .. 100$ условно примем значения всех известных величин

t =
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

$M_{const} = 2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $w_m := 6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$
 $DM := 10 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $J := 7 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$
 $M_{cp} := 2$

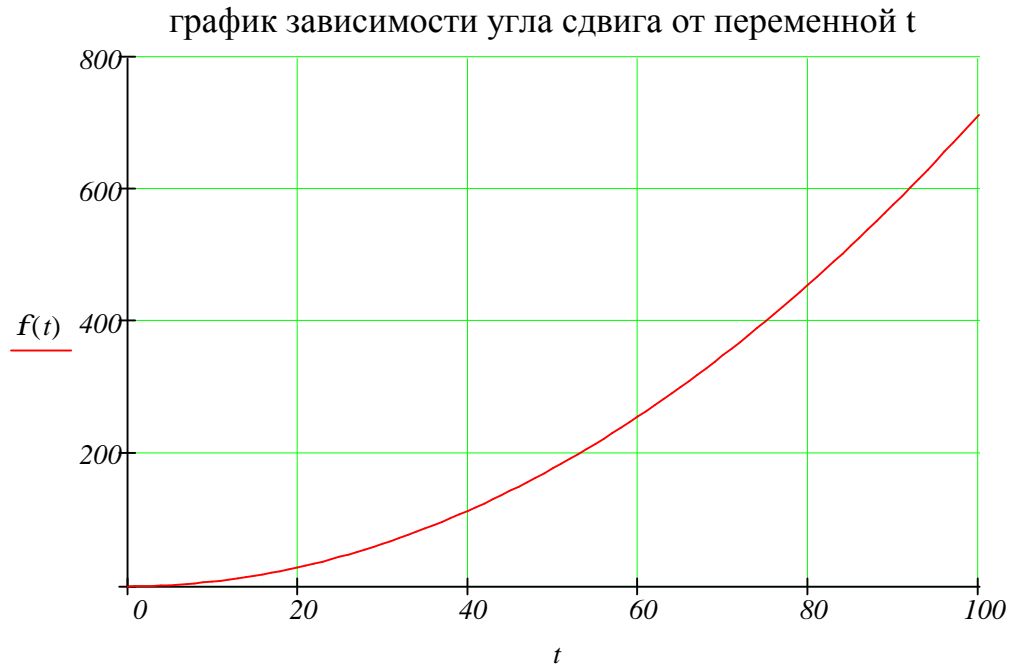
тогда при

$f(t) \rightarrow \frac{\frac{1}{2} \cdot M_{const} \cdot t^2 - \frac{1}{2} \cdot M_{cp} \cdot t^2 + \frac{\sin(w_m \cdot t)}{w_m^2} \cdot DM}{J}$

$f(t) \rightarrow \frac{1}{14} \cdot t^2 + \frac{1}{7} \cdot \sin(t)$

график зависимости

$t =$	$f(t) =$
0	0
1	0.192
2	0.416
3	0.663
4	1.035
5	1.649
6	2.532
7	3.594
8	4.713
9	5.845
10	7.065
11	8.5
12	10.209
13	12.131
14	14.142
15	16.164



Данные выше выкладки были полностью автоматизированны 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: LETY=W: LETZ=U
60 GOSUB 150: LETA=H*F: LETX=X+H/2
70 LETY=W+U*H/2+A*H/8: LETZ=U+A/2
80 GOSUB 150: LETB=H*F: LETZ=U+B/2
90 GOSUB 150: LETC=H*F: LETX=X+H/2
100 LETY=W+H*U+H*C/2: LETZ=U+C: GOSUB 150
110 LETY=W+H*(U+(A+B+C)/6): LETW=Y
120 LETZ=U+(A+(B+C)*2+H*F)/6: LETU=Z
130 PRINT 'ДЛЯ X='X: PRINT 'Y='Y
140 PRINT 'DY/DX='Z: GOTO 60
150 LETF=-Y+(1-Y*Y)*Z*20: RETURN: END

```

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

на заданную в условии
$$\frac{M(t) - M_{нагр}(t)}{J} \rightarrow \frac{M_{const} - (M_{cp} + DM \cdot \sin(w_m \cdot t))}{J}$$

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