

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:

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

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

производная угловой скорости есть величина углового сдвига f

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

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

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

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

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

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

$t =$	$M_{const} = 2$	$H \cdot m$	$w_m := 6$	$\frac{рад}{с}$
0				
1				
2	$DM := 10$	$H \cdot m$	$J := 7$	$кг \cdot м^2$
3				
4			$M_{cp} := 2$	
5				

тогда при

6				
7				
8				
9				
10				
11				

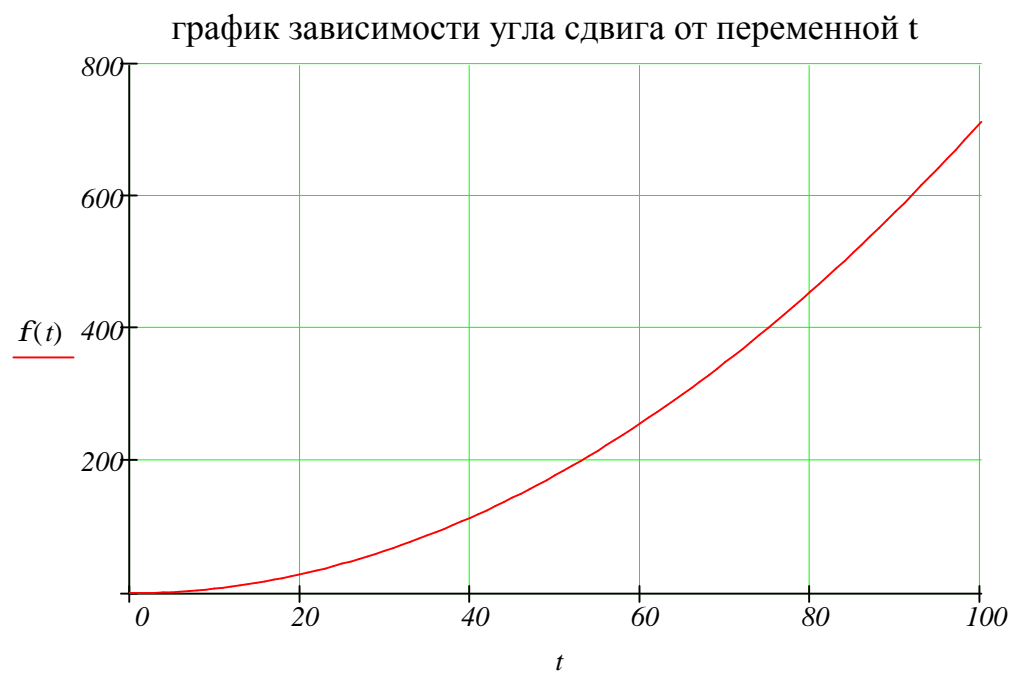
$f(t) \rightarrow \frac{\frac{1}{2} \cdot M_{const} \cdot t^2 - \frac{1}{2} \cdot M_{cp} \cdot t^2 + \frac{\cos(w_m \cdot t)}{w_m^2} \cdot DM}{J}$

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

график зависимости

получим

$t =$	$f(t) =$
0	0.143
1	0.149
2	0.226
3	0.501
4	1.049
5	1.826
6	2.709
7	3.608
8	4.551
9	5.656
10	7.023
11	8.643
12	10.406
13	12.201
14	14.02
15	15.963



Данные выше выкладки были полностью автоматизированны в макраде

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=':Y  
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
$$\frac{M(t) - M_{нагр}(t)}{J} \rightarrow \frac{M_{const} - (M_{cp} + DM \cdot \cos(w_m \cdot t))}{J}$$

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