

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Моделирование механических систем

Вариант 11

Машуров Владимир БПМ-19-3

26 октября 2021 г.

Содержание

| | | |
|---|--|---|
| 1 | Моделирование механической системы масса-пружина | 1 |
| 2 | Исследование модели вход-состояние-выход | 2 |

1 Моделирование механической системы масса-пружина

Дана система: $M\dot{x} + B\dot{x} + kx = f(t)$

Задание 1.1

Применив преобразование Лапласа (с нулевыми начальными условиями) найдите передаточную функцию модели: $G(s) = \frac{X(s)}{F(s)}$

Найдём соотношение из которого получим $G(t)$:

$$M\dot{x}(t) + B\dot{x}(t) + kx(t) = f(t) \quad \frac{d}{dt} = \lambda$$

$$M\lambda^2 x(t) + B\lambda x(t) + kx(t) = f(t)$$

$$(M\lambda^2 + B\lambda + k)x(t) = f(t)$$

$$\frac{x(t)}{f(t)} = \frac{1}{M\lambda^2 + B\lambda + k}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} G(s) &= \frac{X(s)}{F(s)} = \mathcal{L}\left(\frac{x(t)}{f(t)}\right) = \frac{\mathcal{L}(\tilde{x}(t))}{\mathcal{L}(\tilde{f}(t))} = \\ &= \frac{\mathcal{L}(1)}{\mathcal{L}(M\lambda^2 + B\lambda + k)} = \frac{1}{s} \cdot \frac{s}{M\lambda^2 + B\lambda + k} = \frac{1}{M\lambda^2 + B\lambda + k} \end{aligned}$$

Задание 1.2

Перепишите уравнение (1) в форму вход-состояние-выход.

$$M\dot{x}(t) + B\dot{x}(t) + kx(t) = f(t) \quad \frac{d}{dt} = \lambda$$

$$\begin{cases} y_1 = kx \\ y_2 = B\dot{x} + kx - f \\ y_3 = M\ddot{x} + B\dot{x} + kx - f \end{cases}$$

Продифференцируем по t

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = k\dot{x} \\ \dot{y}_2 = B\ddot{x} + k\dot{x} - \dot{f} \\ \dot{y}_3 = M\ddot{\dot{x}} + B\ddot{x} + k\dot{x} - \dot{f} \end{cases}$$

Получим исходную систему ... Мы пришли к форме вход-состояние-выход.

Задание 1.3

Составьте структурную схему моделирования, опираясь на уравнение (1) и результат, полученный в Задании 2.

Рис. 1: Структурная схема моделирования механической системы масса-пружина

2 Исследование модели вход-состояние-выход