



*Национальный исследовательский университет ИТМО  
(Университет ИТМО)*

*Факультет систем управления и робототехники*

Дисциплина: Теория автоматического управления  
**Отчет по лабораторной работе №3.**  
«Построение и исследование моделей внешних воздействий»  
Вариант 20

Студент:  
*Евстигнеев Д.М.*  
Группа: *R33423*  
Преподаватель:  
*Парамонов А.В.*

Санкт-Петербург  
2021

## Цель работы:

ознакомление с принципами построения моделей внешних воздействий — сигналов задания и возмущений.

### 1. Исследование командного генератора возмущения

Данные:

$$g(t) = 2 \cos(9t) \cos(5t) + 3t^2 = \cos(4t) + \cos(14t) + 3t^2$$

$$g = z_1 = \cos(4t) + \cos(14t) + 3t^2$$

$$z_2 = \dot{z}_1 = -4 \sin(4t) - 14 \sin(14t) + 6t$$

$$z_3 = \dot{z}_2 = -16 \cos(4t) - 196 \cos(14t) + 6$$

$$z_4 = \dot{z}_3 = 4^3 \sin(4t) + 14^3 \sin(14t)$$

$$z_5 = \dot{z}_4 = 4^4 \cos(4t) + 14^4 \cos(14t)$$

$$z_6 = \dot{z}_5 = -4^5 \sin(4t) - 14^5 \sin(14t)$$

$$z_7 = \dot{z}_6 = -4^6 \cos(4t) - 14^6 \cos(14t)$$

$$z_7 = 4^7 \sin(4t) + 14^7 \sin(14t)$$

$$\dot{z}_7 = -3136z_4 - 212z_6$$

$$z_1(0) = 5$$

$$z_2(0) = 0$$

$$z_3(0) = -206$$

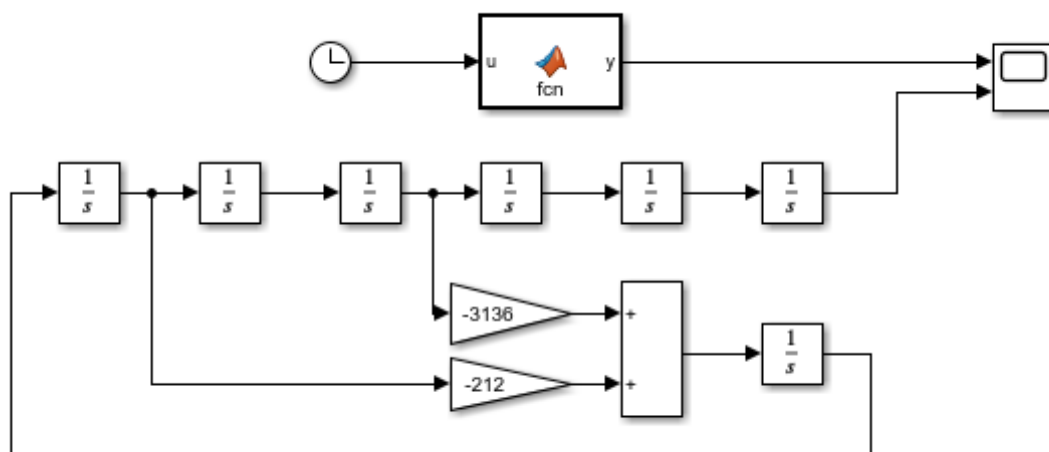
$$z_4(0) = 0$$

$$z_5(0) = 38672$$

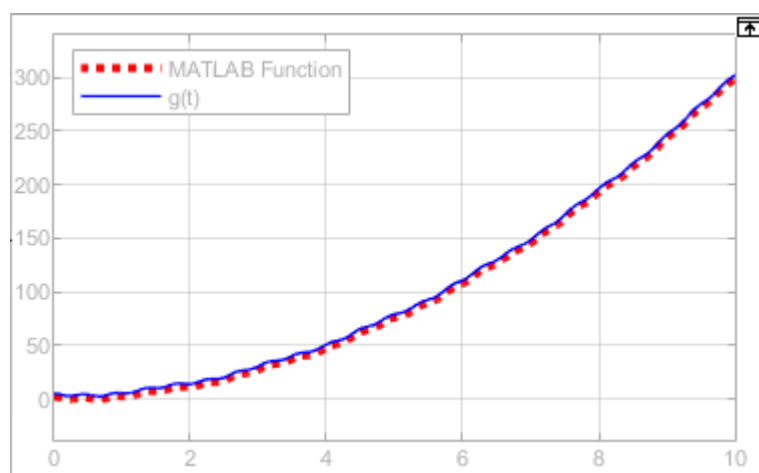
$$z_6(0) = 0$$

$$z_7(0) = -7533632$$

$$Z = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \\ z_6 \\ z_7 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -3136 & 0 & -212 & 0 \end{bmatrix} \quad H = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$



Схема



График

## 2. Исследование командного генератора векторного гармонического сигнала.

Данные:

$g_1(t)$	$6\sin 6t$
$g_2(t)$	$2\cos 5t$

$$z_{11} = 6\sin 6t$$

$$z_{12} = \dot{z}_{11} = 36\cos(6t)$$

$$\dot{z}_{12} = -216\sin 6t = -36z_{11}$$

$$z_{11}(0) = 0$$

$$z_{12}(0) = 36$$

$$z_{21} = 2\cos 5t$$

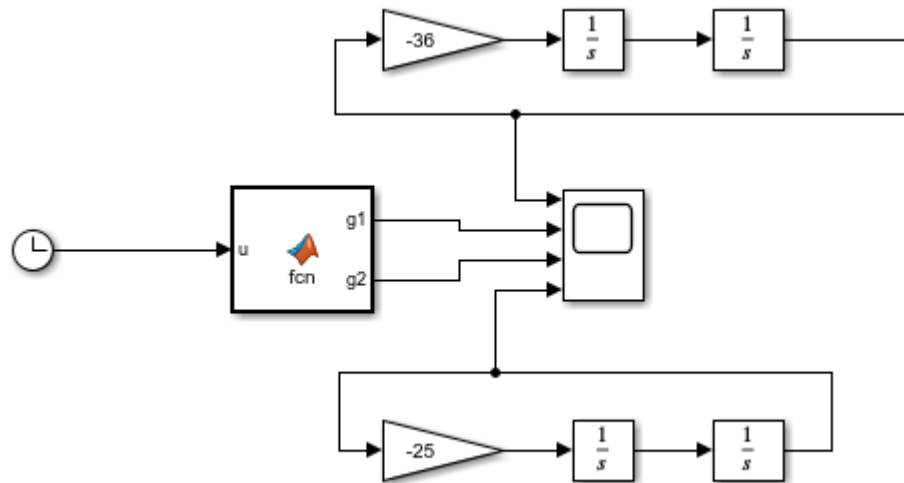
$$z_{22} = \dot{z}_{21} = -10\sin(5t)$$

$$\dot{z}_{22} = -50\cos(5t) = -25z_{21}$$

$$z_{21}(0) = 2$$

$$z_{22}(0) = 0$$

$$g(t) = \begin{bmatrix} g_1(t) \\ g_2(t) \end{bmatrix} \quad Z = \begin{bmatrix} z_{11} \\ z_{12} \\ z_{21} \\ z_{22} \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -36 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -25 & 0 \end{bmatrix} \quad H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



Схема

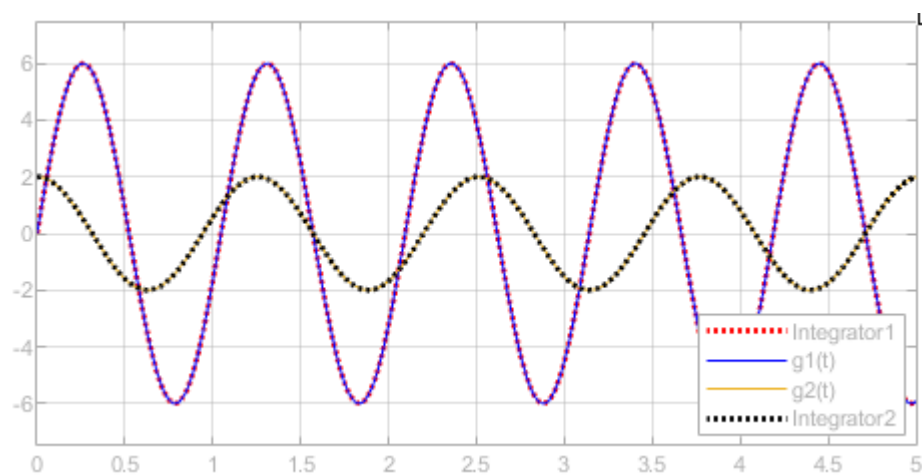


График моделирования командного генератора

### 3. Исследование командного генератора сигнала с трапецеидальным графиком скорости

Для КГ задающего сигнала с трапецеидальным графиком скорости имеем:

$$g = z_1$$

$$v = \dot{z}_1 = z_2$$

$$a = \dot{z}_2 = z_3$$

Векторно-матричная форма:

$$z = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{bmatrix}; \quad G = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad H^T = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Данные

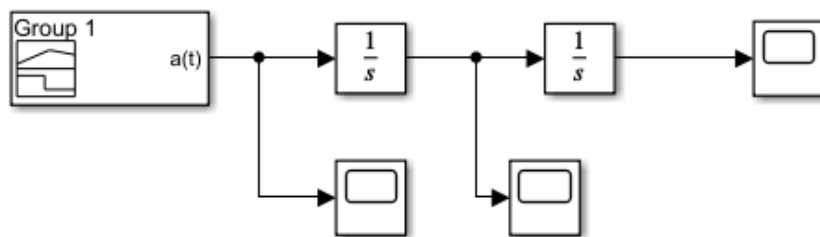
$\Delta$	5
$V$	8
$F$	35

$$t_a = \frac{V - V_0}{\Delta} = \frac{8 - 0}{5} = 1,6$$

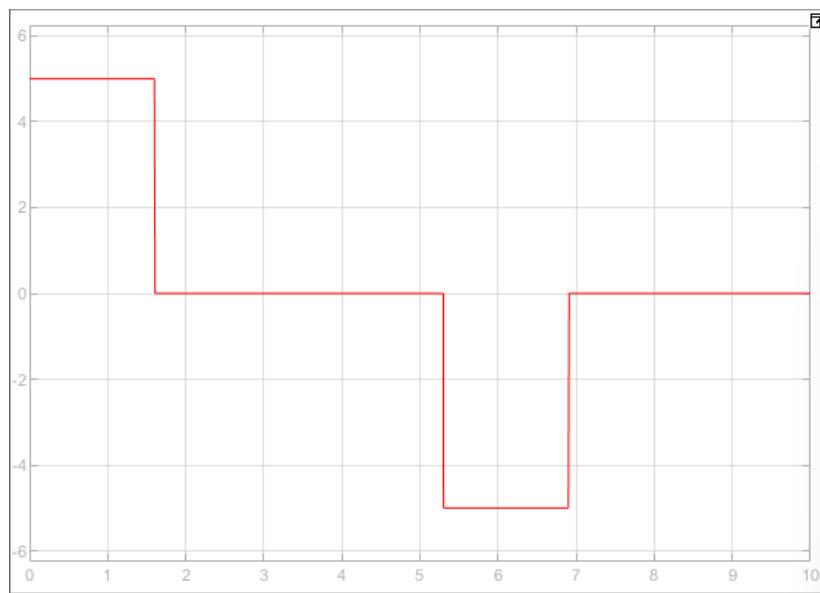
$$t_b = t_a + \frac{F - (t_a * V)}{V} = 1,6 + \frac{35 - 1,6 * 8}{6} = 5.3$$

$$t_c = t_a + t_b = 6.9$$

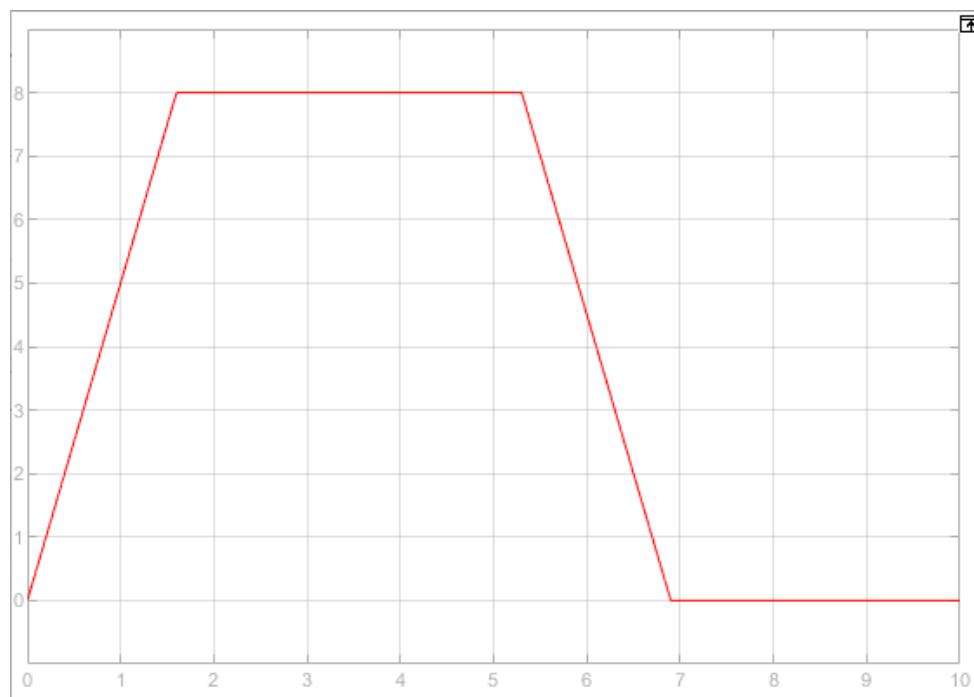
$$z_1(0) = 0, z_2(0) = 0, z_3(0) = \Delta = 5$$



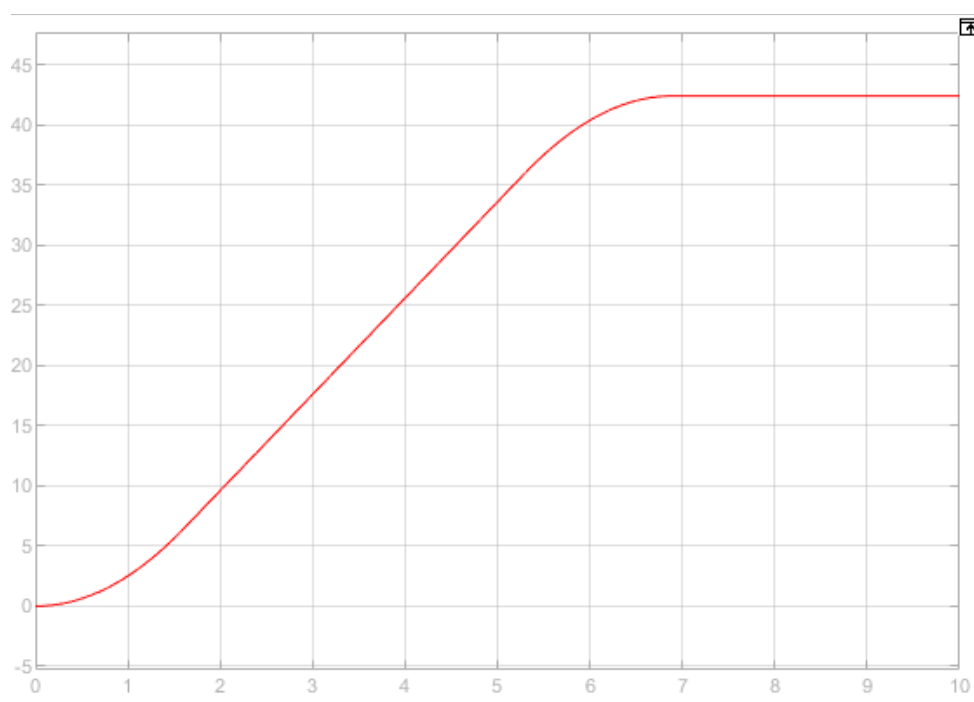
Схема



a(t)



$V(t)$



$g(t)$

**Вывод:** в результате выполнения данной лабораторной работы мы ознакомились с принципами построения моделей внешних воздействий — сигналов задания и возмущений, также был освоен метод последовательного дифференцирования, с помощью которого была построена математическая модель командного генератора