



*Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)*

Факультет систем управления и робототехники

Дисциплина: Теория автоматического управления

Отчет по лабораторной работе №1.

«Моделирование линейных динамических систем»

Вариант 20

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

Санкт-Петербург
2021

Цель.

Ознакомление с основными представлениями и принципами построения линейных стационарных динамических систем, а также приемами моделирования в программной среде MATLAB/Simulink.

Данные.

№	$y(0)$	$\dot{y}(0)$	$\ddot{y}(0)$
20	1	0,9	0,9

Рисунок 2. Параметры однок. вх-вых.

№	a_1	a_2	a_3	b_0	b_1	b_2
20	3	1	7	7	9	9

Рисунок 1. Начальные условия

№	$a_{11}(p)$	$a_{12}(p)$	$a_{21}(p)$	$a_{22}(p)$	$b_{11}(p)$	$b_{12}(p)$	$b_{21}(p)$	$b_{22}(p)$
20	$p+14$	$p+6$	$p+4$	$p+2$	7	4	2	7

Рисунок 3. Параметры многоканальной модели вход-выход

№	A	B	C ⁺
20	0 -7 1 -9	3 7 8	4 6 7 1

Рисунок 4. Пар-ы однок. вход-состояние-выход

№	$x_1(0)$	$x_2(0)$
20	3	0,9

Рисунок 5. Начальные условия

№	A	B	C ⁺
20	0 -7 1 -9	3 7 1 4	4 6 7 1

Рисунок 6. Параметры многоканальной модели вход-состояние-выход

1.1) Построение схемы моделирования одноканальной линейной динамической системы

Дифф. уравнение, описывающее динамическую одноканальную стационарную систему:

$$\ddot{y} + 3\dot{y} + 1y + 7u = 7\ddot{u} + 9\dot{u} + 9u$$

Введём оператор

дифференцирования $p = d/dt$:

$$yp^3 + 3yp^2 + yp = 7up^2 + 9up + 9u$$

Выразим y при старшей степени p^3 :

$$y = \frac{1}{p}(7u - 3y) + \frac{1}{p^2}(9u - y) + \frac{1}{p^3}(9u - 7y)$$

1.2) Осуществим моделирование системы (рис. 8 и 9)

1.3) Моделирование свободного движения системы:

$$y(0) = 1; \dot{y}(0) = 0,9; \ddot{y}(0) = 0,9$$

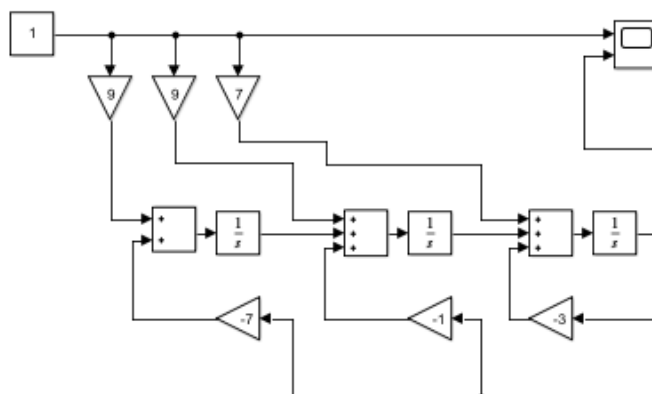


Рисунок 7. Схема симуляции

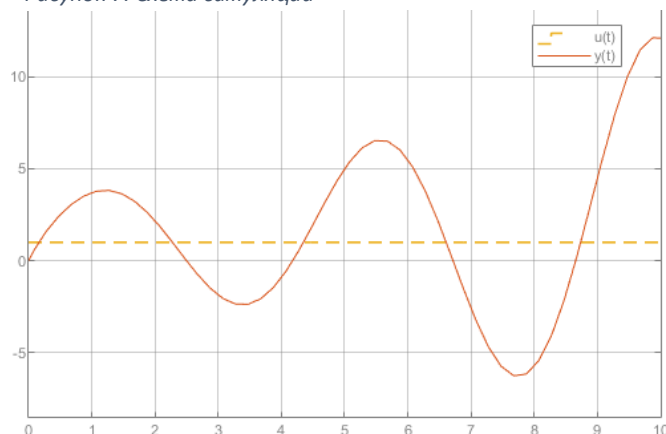


Рисунок 8. График модел. при вх. возд. $u(t)=1$

$$z_1(0) = y(0) = 1$$

$$\dot{z}_1(0) = \dot{y}(0) = 7u(0) + z_2(0) - 3y(0)$$

$$z_2(0) = \dot{y}(0) - 7u(0) + 3y(0) = 0.9 - 7 + 3 = -3.1$$

$$\dot{z}_2(t) = z_3(t) + 9u(t) - y(t)$$

$$z_3(0) = \dot{y}(0) - 9u(0) + y(0) = 0.9 - 9 + 1 = -7.1$$

1.4) Моделирование многоканальной линейной динамической системы

$$W(p) = A^{-1}(p)B(p)$$

N°	$a_{11}(p)$	$a_{12}(p)$	$a_{21}(p)$	$a_{22}(p)$	$b_{11}(p)$	$b_{12}(p)$	$b_{21}(p)$	$b_{22}(p)$
20	$p+14$	$p+6$	$p+4$	$p+2$	7	4	2	7

$$A = \begin{bmatrix} p+14 & p+6 \\ p+4 & p+2 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 7 & 4 \\ 2 & 7 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{p+2}{6p+4} & \frac{-p-6}{6p+4} \\ \frac{-p-4}{6p+4} & \frac{p+14}{6p+4} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} \frac{p+2}{6p+4} & \frac{-p-6}{6p+4} \\ \frac{-p-4}{6p+4} & \frac{p+14}{6p+4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 & 4 \\ 2 & 7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{5p+2}{2(3p+2)} & \frac{-3p-34}{2(3p+2)} \\ \frac{-5p}{2(3p+2)} & \frac{3p+82}{2(3p+2)} \end{bmatrix}$$

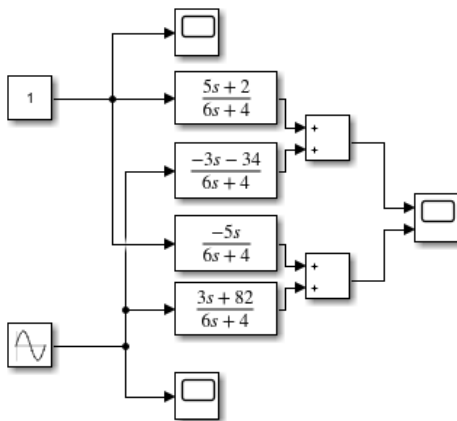


Рисунок 10. Схема симуляции

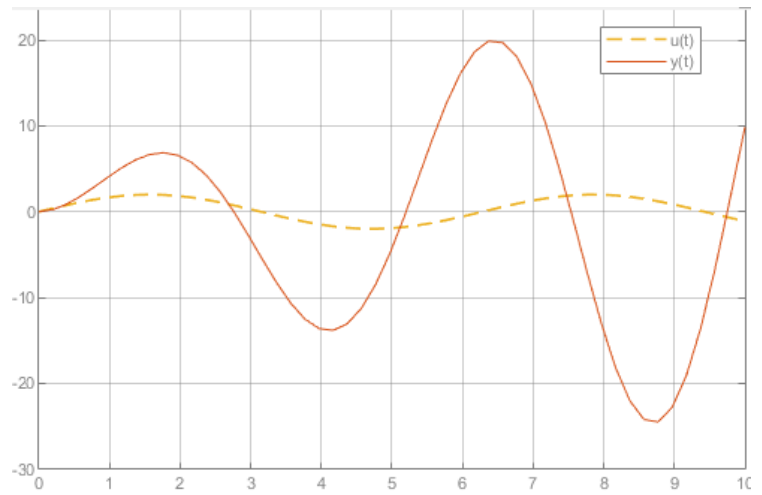


Рисунок 9. График модел. при вх. возд. $u(t)=2\sin(t)$

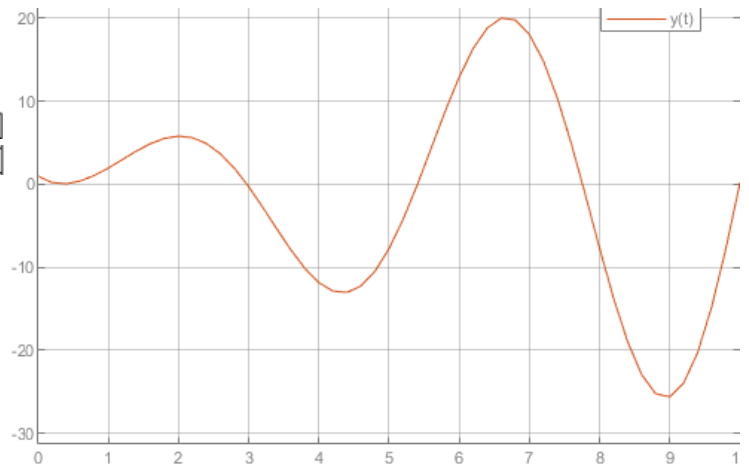


Рисунок 9.1. График модел. при начальных усл. интеграторов

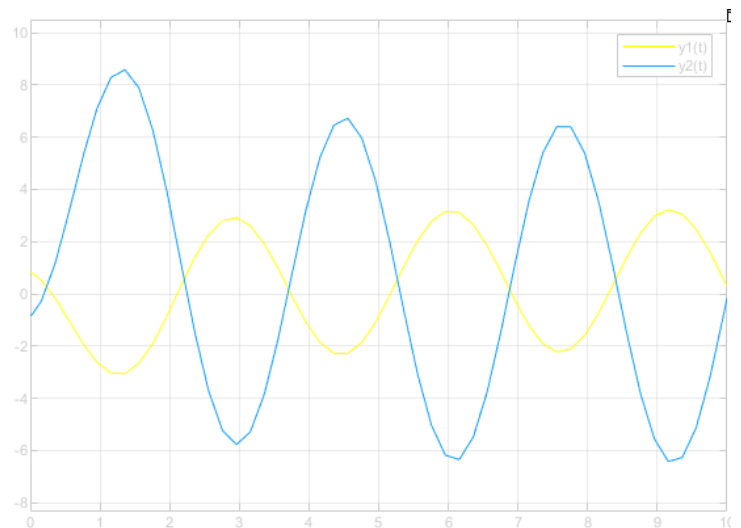


Рисунок 11. График симуляции при $u_1=1$ $u_2=\sin 2t$

2.1) Составим схему моделирования одноканальной линейной динамической системы ВСВ

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -7 \\ 1 & -9 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 3 \\ 8 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 4 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases}$$

2.2) Осуществим моделирование линейной динамической системы при двух видах входного воздействия (рис. 12-14)

2.3) Осуществим моделирование свободного движения системы

Начальные условия:

$$x_1(0) = 3$$

$$x_2(0) = 0.9$$

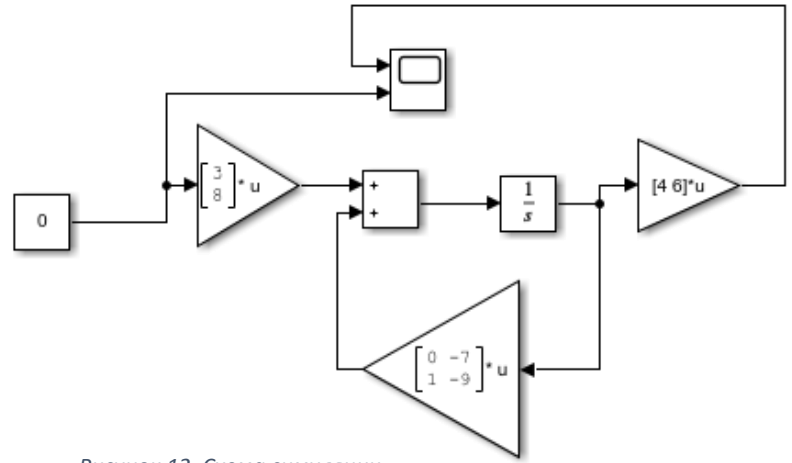


Рисунок 12. Схема симуляции

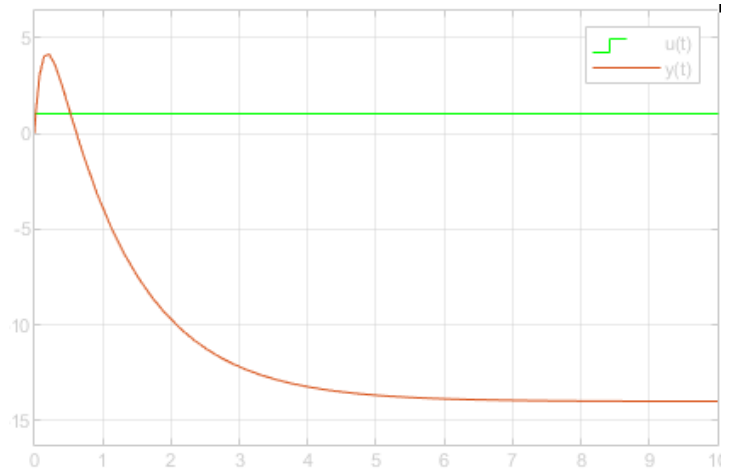


Рисунок 13. График симуляции при $u_1=1$

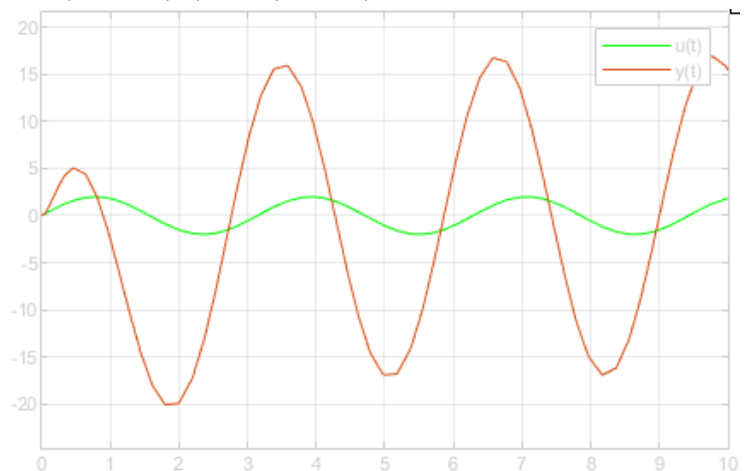


Рисунок 14. График симуляции при $u_1=2\sin t$

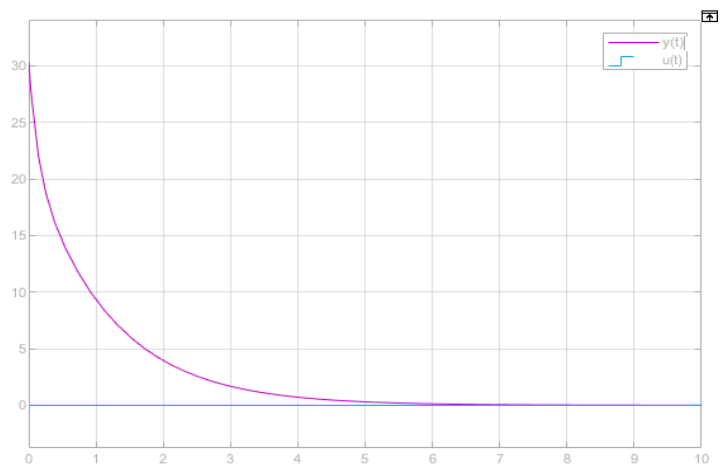


Рисунок 15 График симуляции при свободном движении системы ВСВ

2.4) Осуществим моделирование многоканальной линейной динамической системы ВСВ

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -7 \\ 1 & -9 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 3 & 7 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 7 \\ 6 & 1 \end{pmatrix}$$

(рис 16-17)

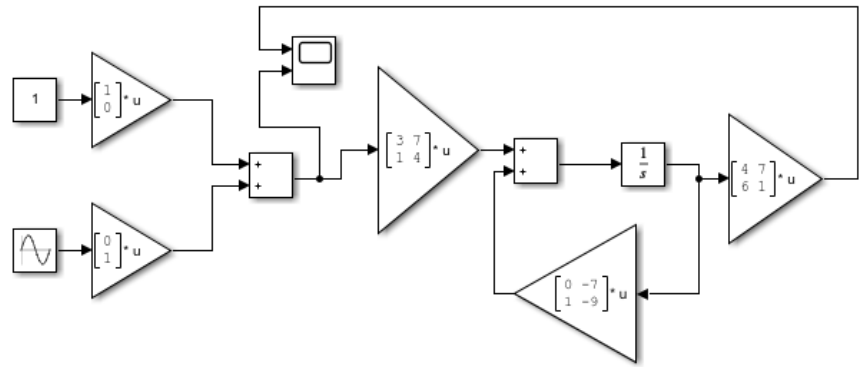


Рисунок 16 Схема симуляции

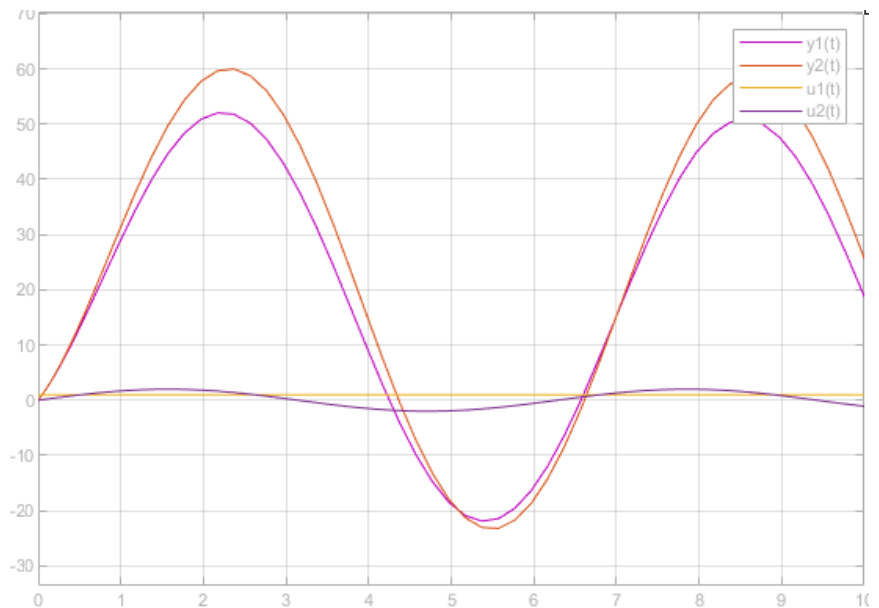


Рисунок 17. График симуляции многоканальной линейной динамической системы ВСВ

Выводы: В итоге лабораторной работы были изучены главные принципы построения линейных стационарных динамических систем с помощью моделирования в программной среде MATLAB/Simulink, было выполнено моделирование одноканальной, многоканальной системы вход-выход и вход-состояние-выход