

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Электротехнический факультет
Кафедра: Информационные технологии и автоматизированные системы

Дисциплина: «Математические методы теории систем»
Лабораторная работа № 3
на тему: «Моделирование детерминированных систем управления в среде Scilab »

Выполнил: студент группы АСУ4-22-1м
Попов Кирилл Михайлович
Проверил: ассистент кафедры ИТАС
Тютюных Артём Александрович

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить функционал среды моделирования scilab. Смоделировать детерминированную систему управления.

ЗАДАНИЕ

1. Построить модель системы управления (вариант 15)
2. Привести график регулируемого параметра $y(t)$ и график управляющего воздействия $u(t)$.
3. Описание объекта управления и модель системы управления построить двумя разными способами, сравнить полученные результаты. Период времени выбрать на свое усмотрение.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Описание объекта управления

Вариант: 15

Математическая модель: $6\ddot{y} + 9\dot{y} + 15y = -7u$

Целевое состояние: -16

1. Система дифференциальных уравнений:

Проведем следующие замены:

$$z_1 = y, \text{ а } z_2 = \dot{z}_1 = \dot{y};$$

Тогда получится следующая система дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = z_2 \\ \dot{z}_2 = \frac{-15z_1 - 9z_2 - 7u}{6} \end{cases}$$

Смоделируем поведение этой системы при нулевых начальных условиях и управляющем воздействии

$$u(t) = \begin{cases} 0, & t < 1; \\ 1, & t \geq 1. \end{cases};$$
$$T = 10 \text{ с.};$$

График полученного решения на рисунке 1.

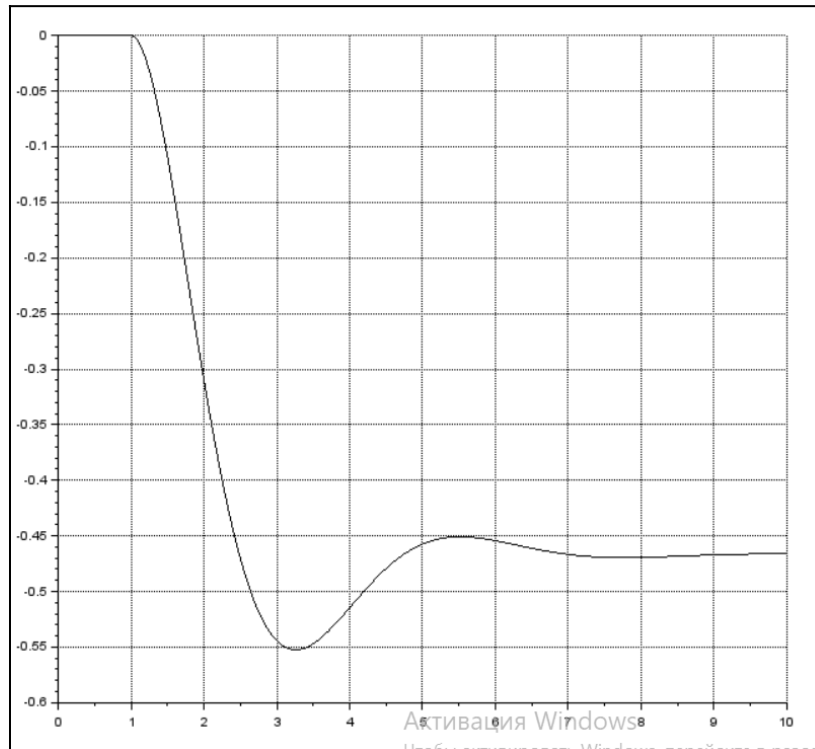


Рис. 1. График системы диф. уравнений

2. Модель пространства состояний

Для того чтобы представить модель объекта в виде модели пространства состояний запишем систему дифференциальных уравнений из предыдущего пункта следующим образом:

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = 0 \cdot z_1 + z_2 + 0 \cdot u \\ \dot{z}_2 = -\frac{15}{6} z_1 - \frac{9}{6} z_2 - \frac{7}{6} u \end{cases}$$

Получаем матрицы:

Матрица A: $\begin{bmatrix} 0,1 \\ -\frac{15}{6}, -\frac{9}{6} \end{bmatrix}$

Матрица B: $\begin{bmatrix} 0 \\ -7 \end{bmatrix}$

Матрица C: $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

Матрица D: $\begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix}$

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= A * x(t) + B * u(t) \\ y(t) &= C * x(t) + D * u(t) \end{aligned}$$

Строим диаграмму в xCos и получаем результат (рис. 2).

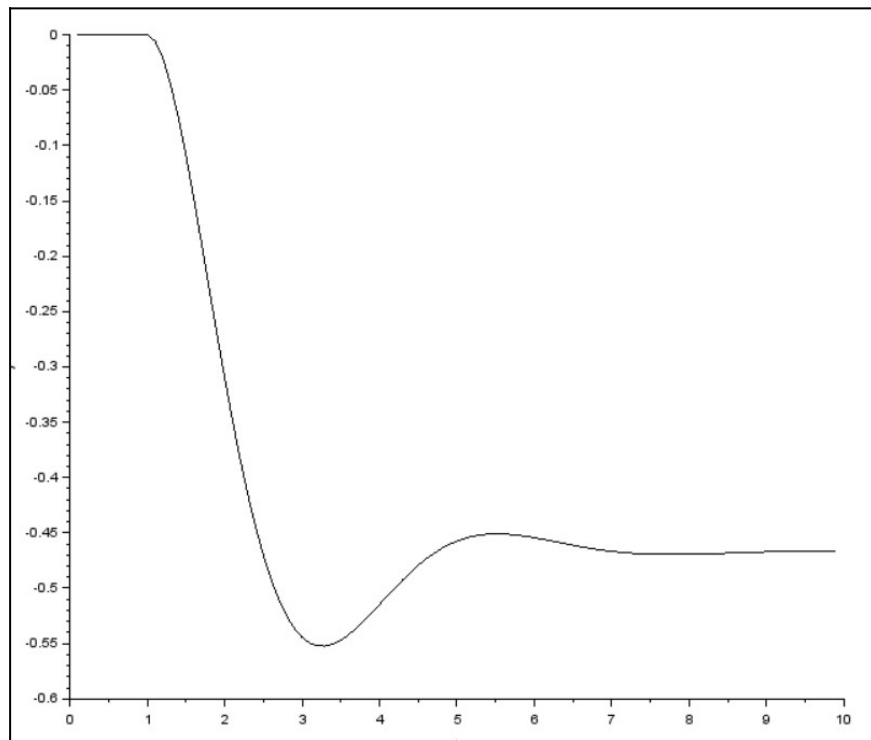


Рис. 2. График модели пространства состояний

Построение системы управления

1. Метод размещения полюсов

Нахождение полюсов передаточной функции:

$$p = \text{roots}(6 * \%s^2 + 9 * \%s + 15)$$

Нахождение K:

$$K = \text{ppol}(A, B, p)$$

Управляющее воздействие:

$$u = -Ke$$

Результирующие графики приведены на рис.3 и 4.

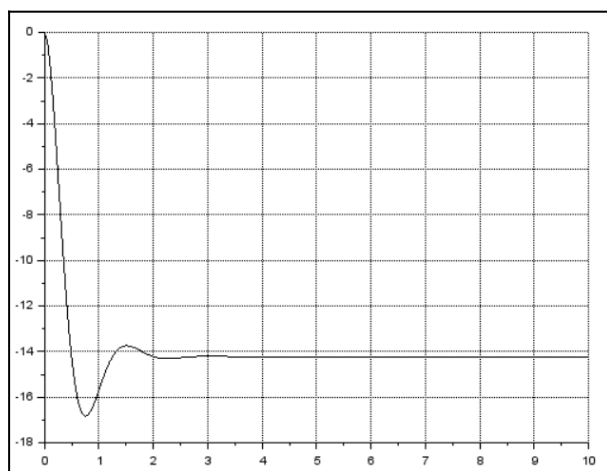


Рис. 3. Метод размещения полюсов 1

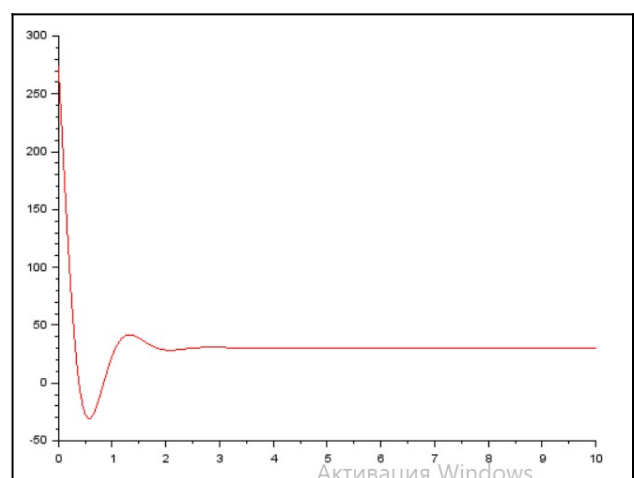


Рис. 4. Метод размещения полюсов 2

2. ПД — регулятор

Представлен на рис. 5.

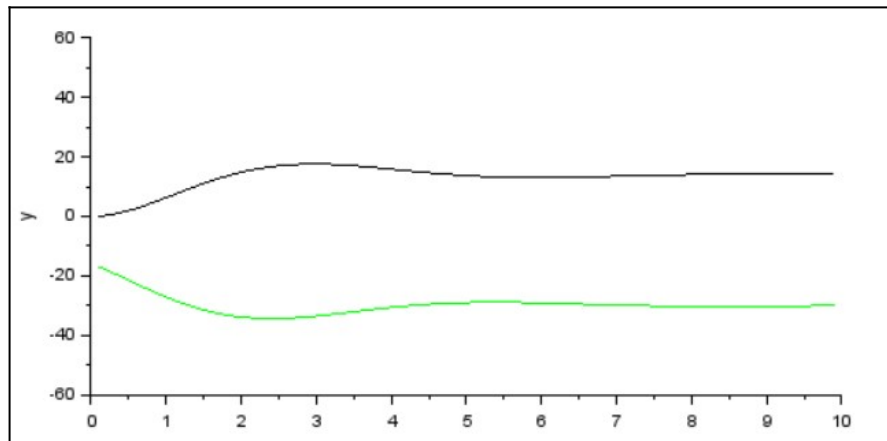


Рис. 5. PD-регулятор

2. ПИД — регулятор

Представлен на рис. 6.

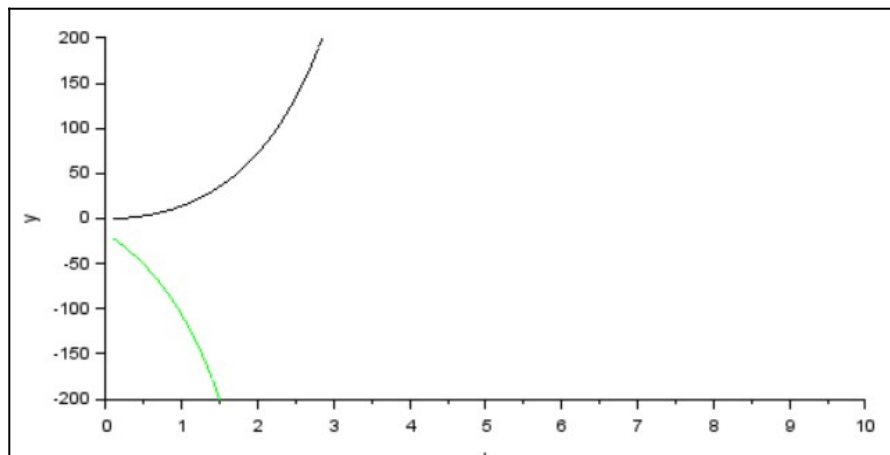


Рис. 1. PID - регулятор

3. Линейно-квадратичный регулятор

Представлен на рис. 7.

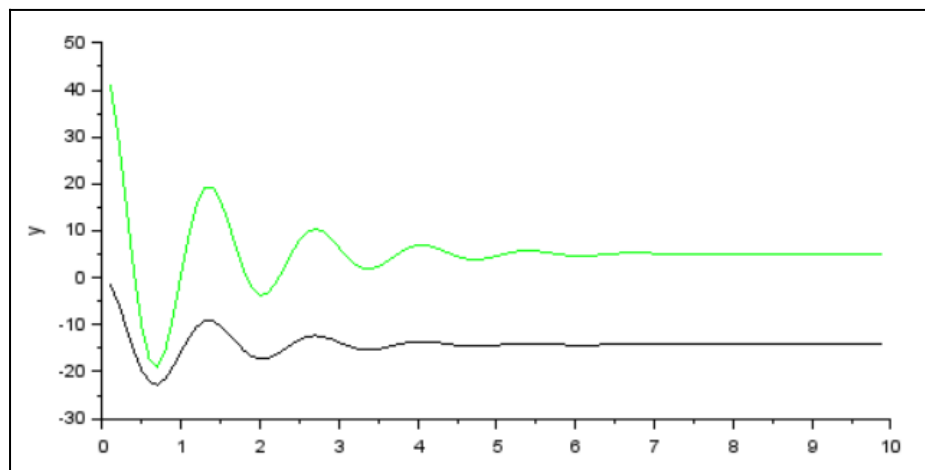


Рис. 7. Линейно-квадратичный регулятор

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программный код и модели, разработанные в среде scilab, находятся по адресу:
https://github.com/Kirpo97/MMTS_labs/tree/main/lab_3.