



*Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)*

Факультет систем управления и робототехники

Дисциплина: Теория оптимального управления
Отчет по лабораторной работе №3.
Вариант 11

Студенты:
Евстигнеев Д.М.
Группа: *R34423*
Преподаватель:
Парамонов А.В.

Санкт-Петербург
2022

Цель работы: построить оптимальный наблюдатель, генерирующего оценку вектора состояния системы.

Исходные данные:

Вар.	Матрицы A, b	Матрица W	Парам. V
11	$\begin{bmatrix} -5 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 10 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$	7

Ход работы:

Дан объект управления:

$$\dot{x} = Ax + bu + Gw, x(0)$$

$$y = Cx + v$$

Где w, v сигналы вида «белый шум»

1. На основе известных матриц рассчитать матрицу L :

На основе уравнения Риккати найдем матрицу L

$$AP + PA^T + GWG^T - PC^T V^{-1} CP = 0$$

$$L = PC^T V^{-1}$$

Расчет проведем в MATLAB с помощью функции `lqr()`:

```

A=[ -5  0;0  -2];
C=[1  0];
b=[4; 2];
W=[10  2; 2  1];
V=7;
G=eye(2);
Kl=lqr(A',C',G*W*G',V);
L=Kl'

```

```

L = 2x1
    0.1409
    0.0400

```

Произведем моделирования замкнутой системы при начальных условиях $x(0) = [1 \ 0]^T$. Моделирования произведем для $u = \sin(t)$.

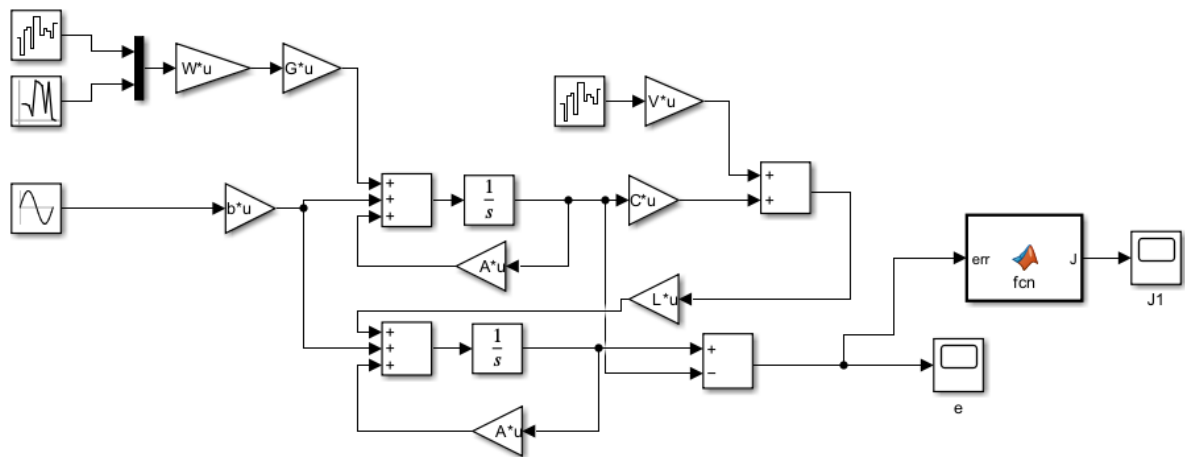


Рисунок 1 Схема моделирования

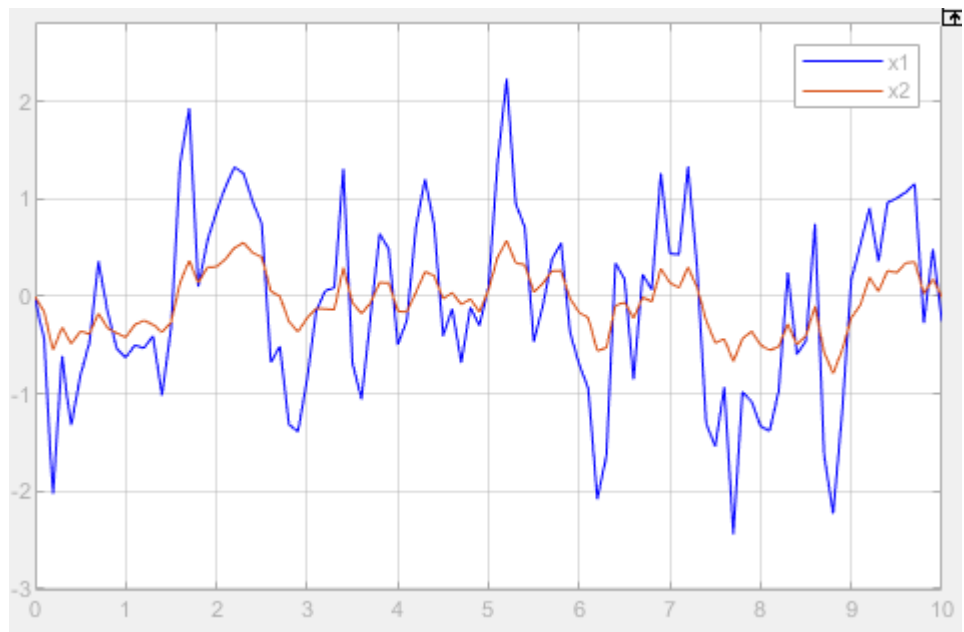


Рисунок 2 График ошибок наблюдения



Рисунок 3 График функционала J

2. Незначительно отклоним расчетные значения матрицы L так, чтобы система сохранила устойчивость и повторим моделирование.

Возьмем $L = \begin{bmatrix} 0.17 \\ 0.02 \end{bmatrix}$

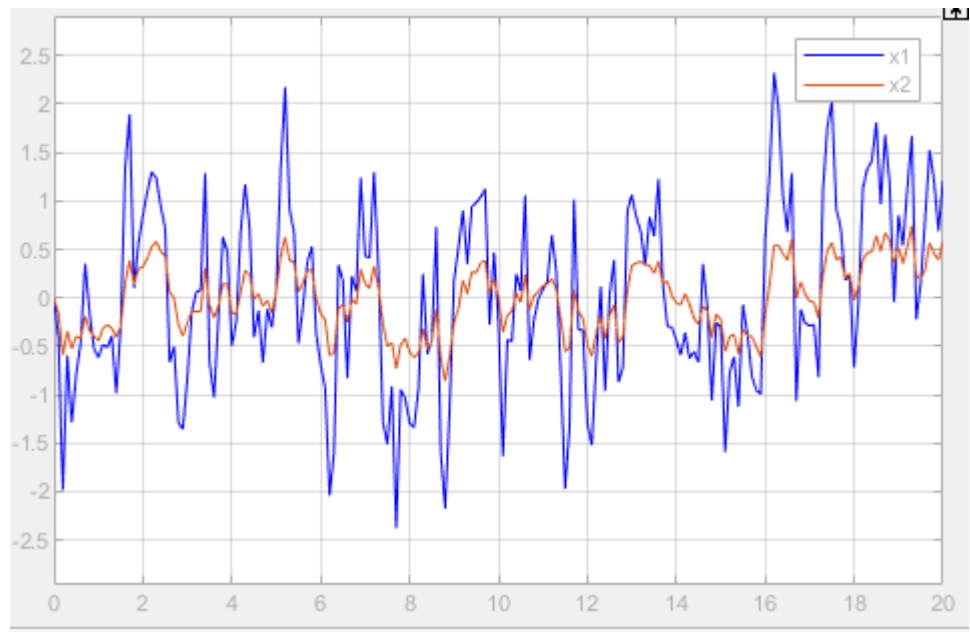


Рисунок 4 График ошибки наблюдения



Рисунок 5 График функционала J

По графикам видно, что при небольшом отклонении матрицы L система хоть и осталась устойчивой, однако ошибка и функционал значительно увеличились.

3. Отклоним значения W так, чтобы матрица осталась положительно определенной и симметричной и повторим моделирование.

Возьмем новую матрицу $W = \begin{bmatrix} 11 & 3 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$

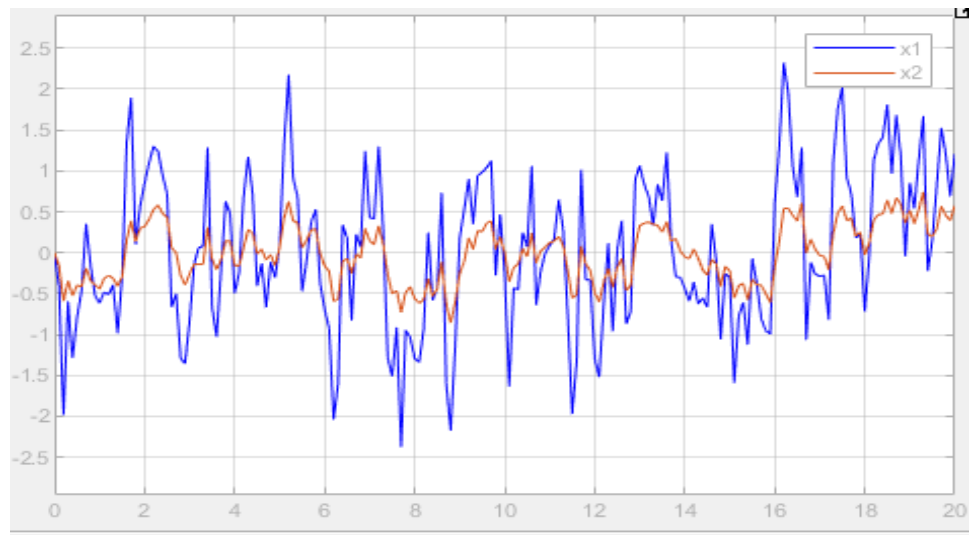


Рисунок 6 График ошибки наблюдения

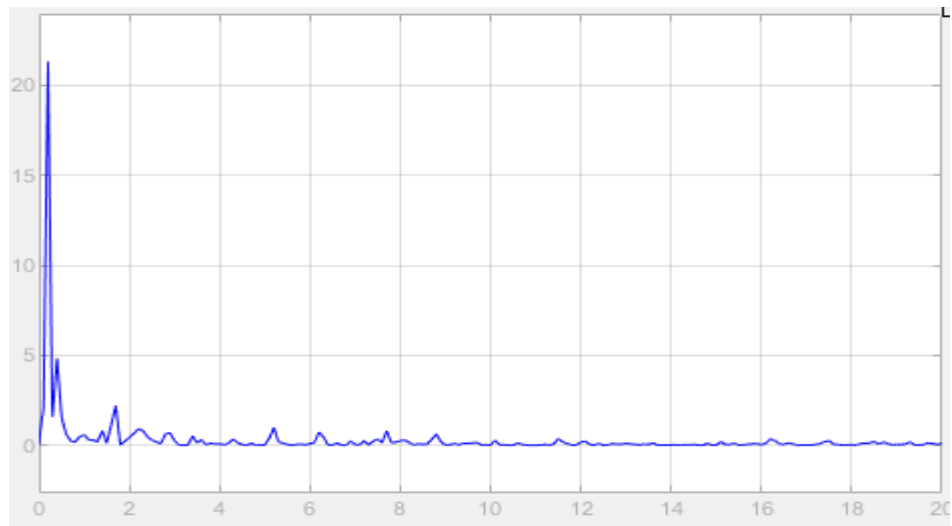


Рисунок 7 График функционала J

Как видно из графиков, при изменении матрицы W значения ошибок и функционала увеличиваются.

4. Отклоним значение V так, чтобы величина V осталась положительной и повторим моделирование.

Новое значение $V = 20$

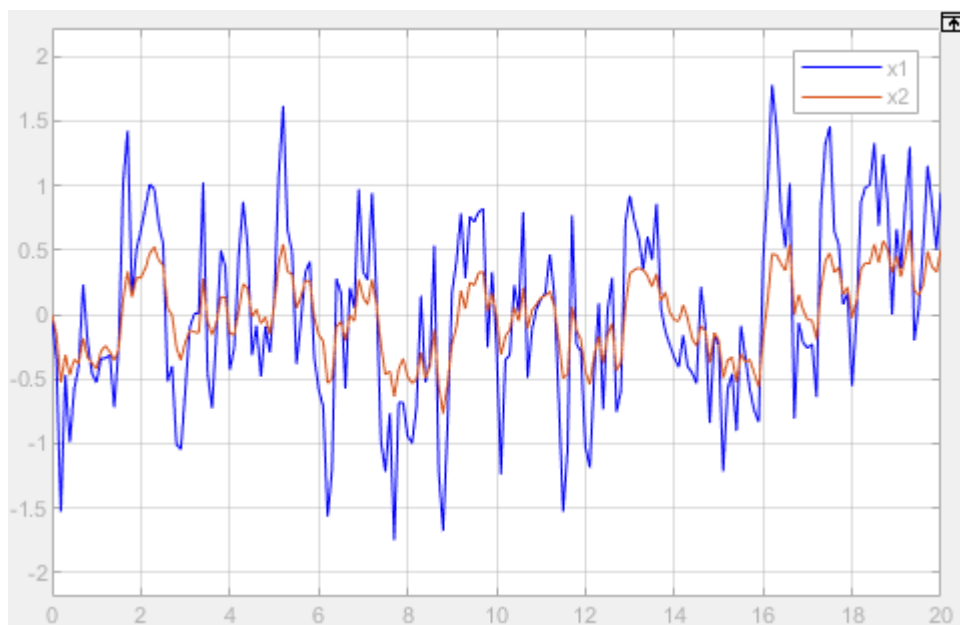


Рисунок 8 График ошибок наблюдения



Рисунок 9 График функционала J

Как и в предыдущих пунктах, изменение параметра V привело к изменению ошибки наблюдения и функционала.

Вывод:

В данной лабораторной работе был построен оптимальный наблюдатель, дающий оценку вектора состояния при синусоидальном входном сигнале и наличии шумов. Построение наблюдателя осуществлялось при использовании

уравнения Риккати. Дальнейшие попытки изменения параметров матриц спектральных плотностей или параметра L привели к сильным увеличениям ошибки наблюдения.