Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)

Факультет систем управления и робототехники

Дисциплина: Теория оптимального управления

Отчет по лабораторной работе №2.

Вариант 11

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

Санкт-Петербург
2022

Цель работы: построить оптимальный регулятор для линейного стационарного объекта.

Исходные данные:

Вар.	Матрица A	Матрица b	Матрица Q	Параметр r
11	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$	1

Ход работы:

1. Рассчитаем коэффициенты оптимального регулятора для линейного объекта:

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

Структура регулятора: $u = -Kx$

Расчет производится на основе уравнения Риккати и критерия качества:

$$A^T P + PA + Q - Pbr^{-1}b^T P = 0$$

$$K = r^{-1}b^T P$$

$$J = \int_0^\infty x^T(\tau)Qx(\tau) + ru^2(\tau)d\tau$$

С помощью MATLAB рассчитаем значение K:

```
A=[0 1; 1 2];
b=[4;1];
Q=[10 0; 0 2];
r=1;
K=lqr(A,b,Q,r)
```

```
K = 1×2
      1.8526    9.2094
```

2. Произведем моделирование системы при начальных условиях $x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

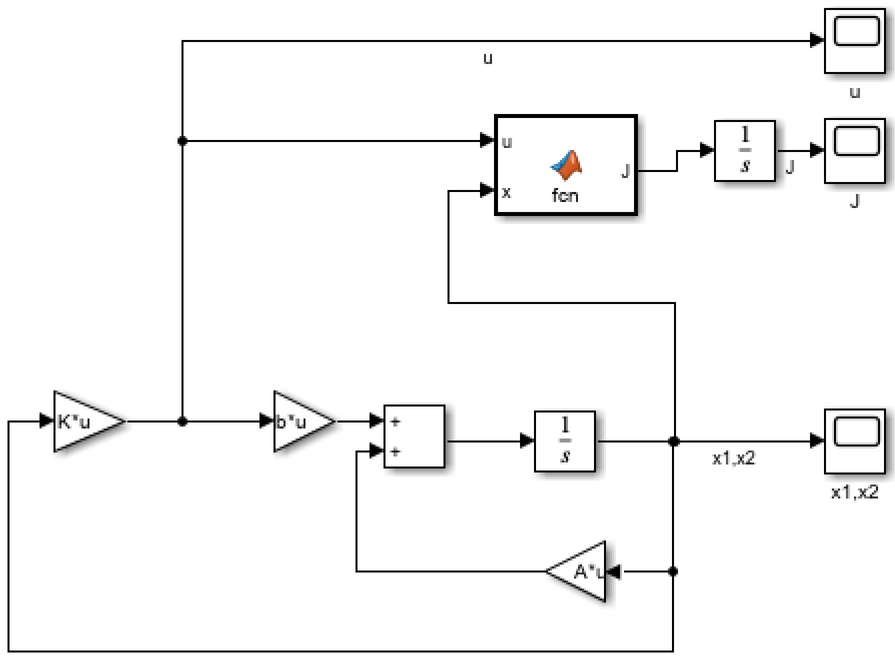


Рисунок 1 Схема моделирования замкнутой системы

```
function J = fcn(u,x,Q, r)

J = x'*Q*x+r*u^2;
```

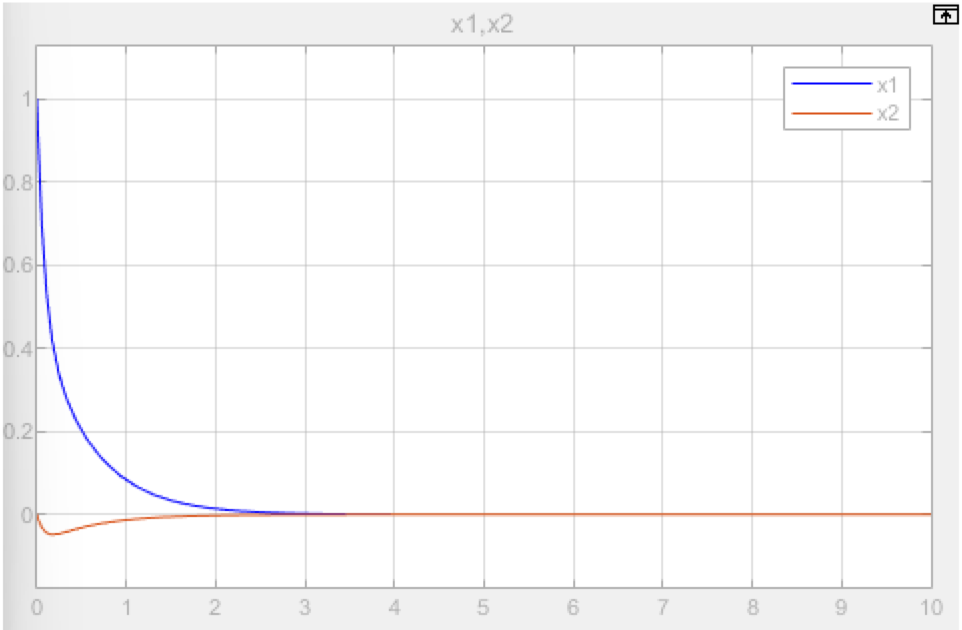


Рисунок 2 Графики x1 и x2

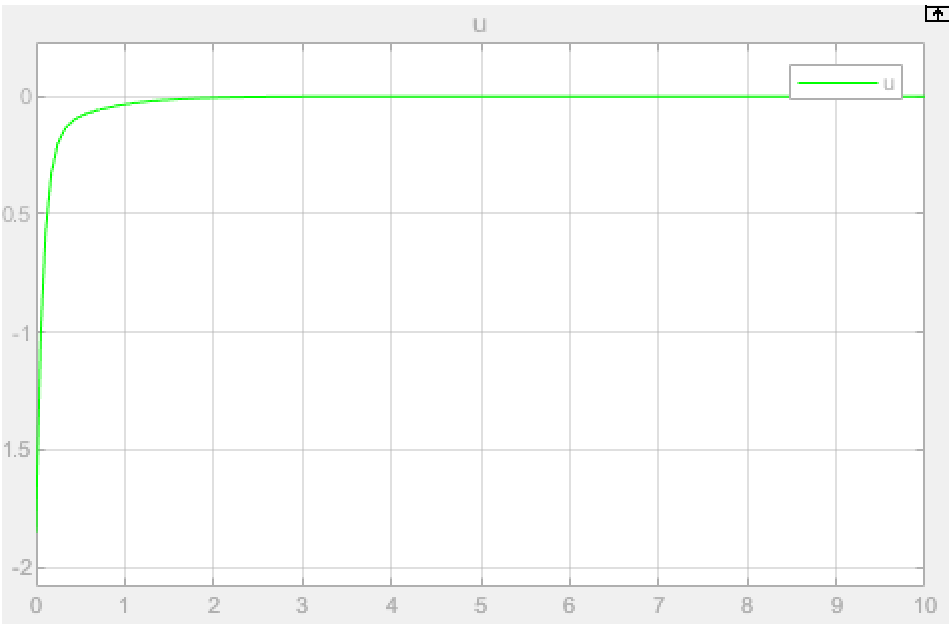


Рисунок 3 График u

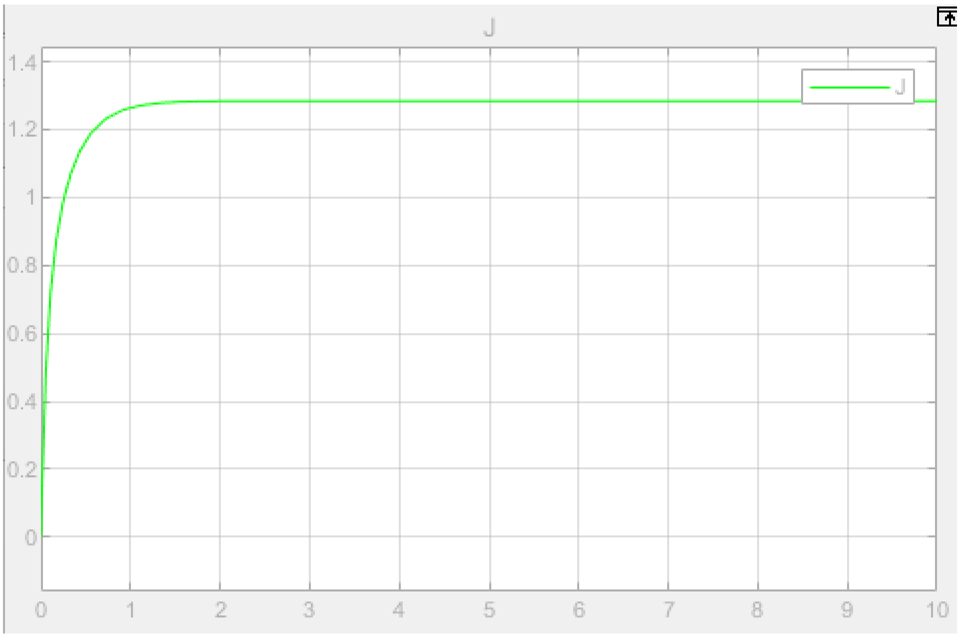


Рисунок 4 График J

Как видно из графика, установившееся значение J = 1.3.

3. Незначительно отклоним значения K таким образом, чтобы система осталась устойчивой и построим графики:

Прибавим к расчетному K матрицу $[-1 \quad -1]$, при данном K система остается устойчивой и получаются графики:

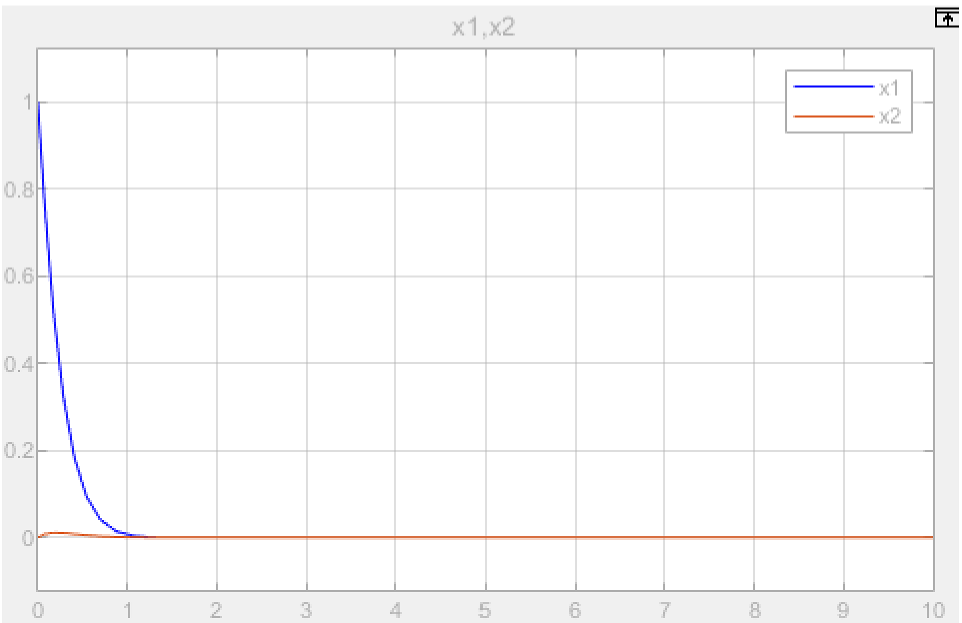


Рисунок 5 Графики x1 и x2

Рисунок 6 График u

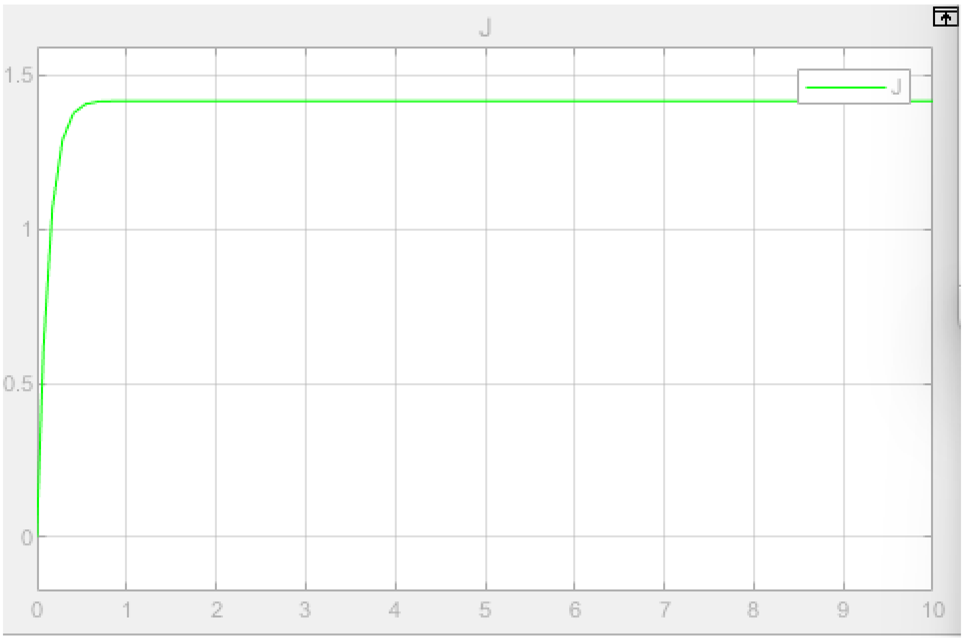


Рисунок 7 График J

Сравнивая полученные данные с предыдущими, можно заметить, что время переходного процесса увеличилось, а также значение J также увеличилось до 1.4.

4. Проведем моделирование системы для 3 различных значений r и Q, причем r > 0, Q = kQ*, где Q* равна исходной матрице Q:

4.1.

```
Q=3*Q
```

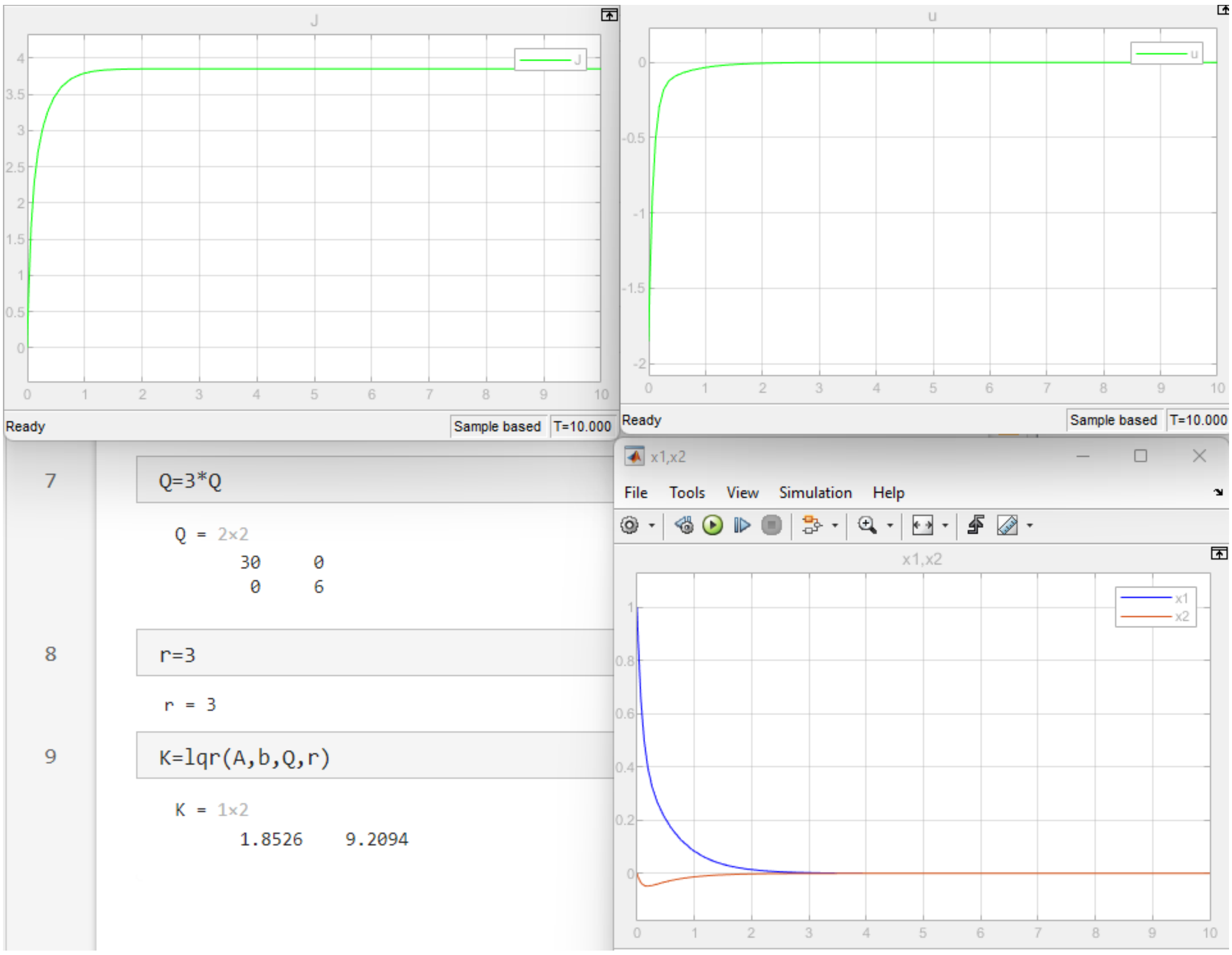
```
Q = 2×2
      30     0
       0     6
```

```
r=3
```

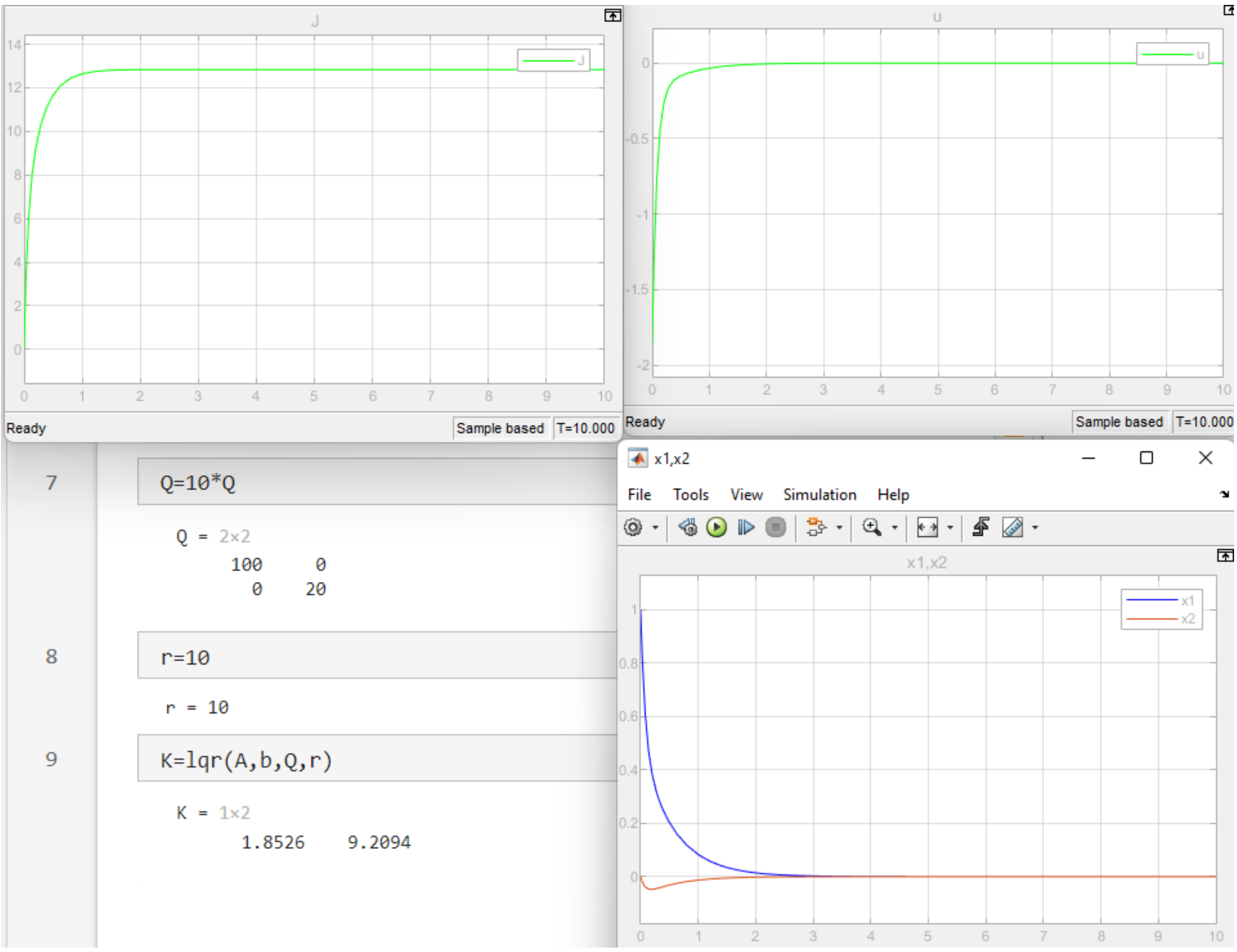
```
r = 3
```

```
K=lqr(A,b,Q,r)
```

```
K = 1×2
      1.8526    9.2094
```

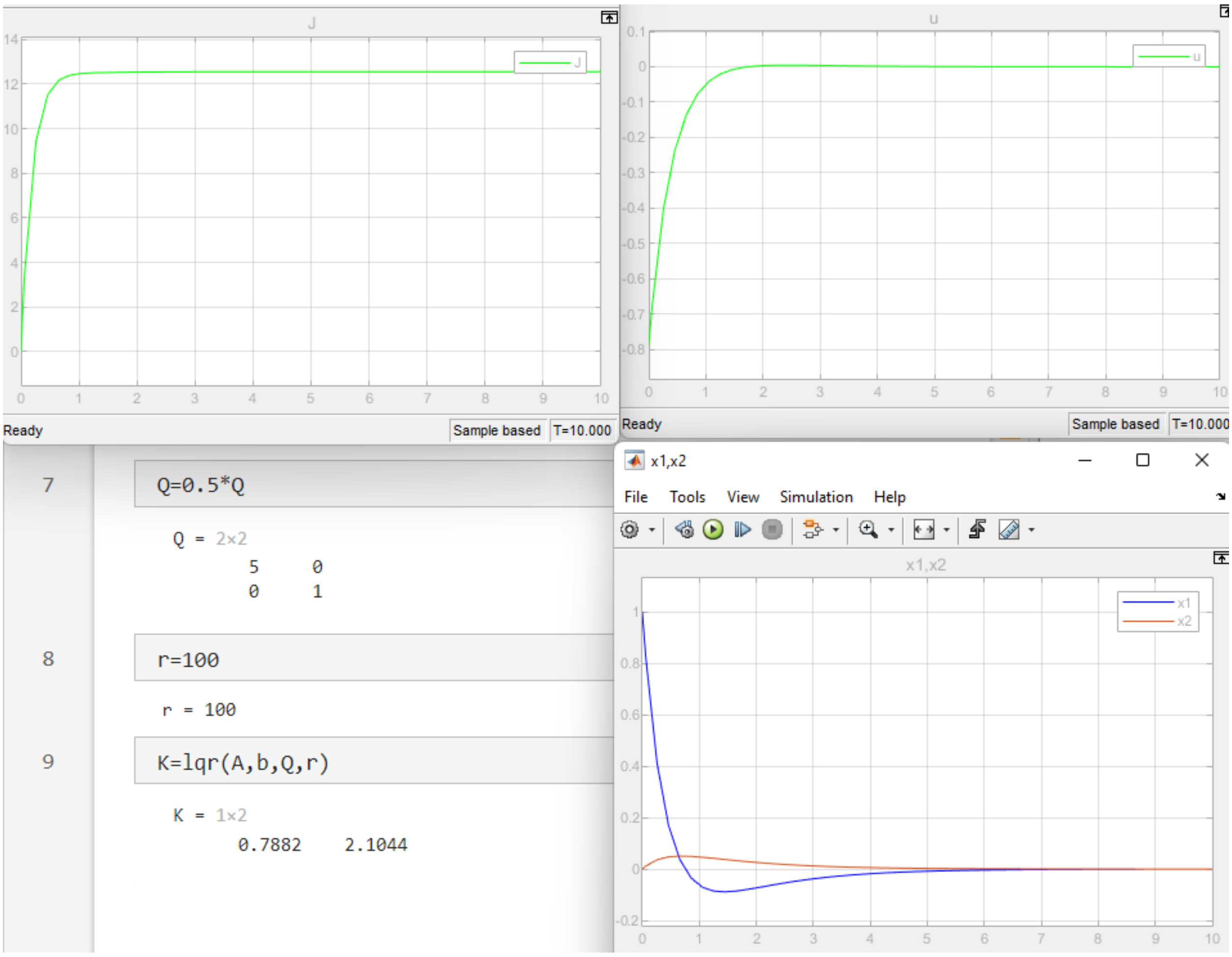


4.2. $r = 10, Q = 10Q$



J
Ready
Sample based
T=10.000
u
Ready
Sample based
T=10.000
7
Q=10*Q
Q = 2x2
100 0
0 20
8
r=10
r = 10
9
K=lqr(A,b,Q,r)
K = 1x2
1.8526 9.2094
x1,x2
File Tools View Simulation Help
x1,x2
x1
x2

4.3. $r = 100, Q = 0.5Q$



Вывод:

- С увеличением матрицы Q увеличивается устоявшийся критерий качества
- С увеличением коэффициента r уменьшается амплитуда задающего воздействия и увеличивается время достижения устоявшегося значения
- С увеличением коэффициента r увеличивается устоявшийся критерий качества
- С увеличением коэффициента r график состояний почти не изменяется
- С увеличением матрицы Q уменьшается амплитуда задающего воздействия, увеличивается модуль начального значения и уменьшается время достижения устоявшегося значения
- С увеличением матрицы Q график состояний почти не изменяется