

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Решение уравнения Рикатти

$$A = \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix};$$

$$b = (0 \ 1);$$

$$B = \text{Transpose}@b;$$

транспозиция

$$Q = \begin{pmatrix} 5 & 5 \\ 5 & 5 \end{pmatrix};$$

$$R = \text{IdentityMatrix}[1];$$

единичная матрица

$$P = \text{RiccatiSolve}[1.0 \{A, B\}, \{Q, R\}];$$

решить матричное ур. Риккати

$$\text{MatrixForm@P}$$

матричная форма

$$\begin{pmatrix} 2. & 1. \\ 1. & 3. \end{pmatrix}$$

$$k_{\text{opt}} = b.P$$

$$\{\{1., 3.\}\}$$

$$X = \text{Transpose}@{\{x_1, x_2\}};$$

транспозиция

$$U = -k_{\text{opt}}.X // \text{First}$$

первый

$$\{-1. x_1 - 3. x_2\}$$

$$\text{Det@P}$$

детерминант

$$5.$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Компьютерное моделирование

```
In[135]:= x = {x1[t], x2[t]};
xE = {xE1[t], xE2[t]};
A = {{-1, -1}, {0, 1}};
b = {0, 1};
c = {1, 1};
y = c.x
Kmod = {0, 2};
Kopt = {1, 3};
L = {-2, 3};
```

```
Out[140]= x1[t] + x2[t]
```

Уравнения объекта и наблюдателя, закон управления:

```
In[144]:= u = -Kmod.x (* -Kmod.xE + Sin[t] *)
           |синус

uE = -Kmod.xE
uOpt = -Kopt.x
EqPlant = D[x, t] - (A.x + b u)
           |дифференцировать
EqPlant1 = D[x, t] - (A.x + b uE)
           |дифференцировать
EqObs = D[xE, t] - (A.xE + b u + L (y - c.xE))
           |дифференцировать
EqObs1 = D[xE, t] - (A.xE + b uE + L (y - c.xE))
           |дифференцировать
EqOpt = D[x, t] - (A.x + b uOpt)
           |дифференцировать
```

```
Out[144]= -2 x2[t]
```

```
Out[145]= -2 xE2[t]
```

```
Out[146]= -x1[t] - 3 x2[t]
```

```
Out[147]= {x1[t] + x2[t] + x1'[t], x2[t] + x2'[t]}
```

```
Out[148]= {x1[t] + x2[t] + x1'[t], -x2[t] + 2 xE2[t] + x2'[t]}
```

```
Out[149]= {xE1[t] + 2 (x1[t] + x2[t] - xE1[t] - xE2[t]) + xE2[t] + xE1'[t],
           2 x2[t] - 3 (x1[t] + x2[t] - xE1[t] - xE2[t]) - xE2[t] + xE2'[t]}
```

```
Out[150]= {xE1[t] + 2 (x1[t] + x2[t] - xE1[t] - xE2[t]) + xE2[t] + xE1'[t],
           -3 (x1[t] + x2[t] - xE1[t] - xE2[t]) + xE2[t] + xE2'[t]}
```

```
Out[151]= {x1[t] + x2[t] + x1'[t], x1[t] + 2 x2[t] + x2'[t]}
```

Моделирование(решение задачи модульного управления с асимптотическим наблюдателем):

```

In[152]:= tf = 12.0;
slv = NDSolve[{
  [численно решить ДУ]
  EqPlant[[1]] == 0, EqPlant[[2]] == 0,
  x1[0] == 1.0, x2[0] == -1.0,
  EqObs[[1]] == 0, EqObs[[2]] == 0,
  xE1[0] == 0, xE2[0] == 0
}, {x1, x2, xE1, xE2}, {t, 0, tf}][[1]];
slv1 = NDSolve[{
  [численно решить ДУ]
  EqPlant1[[1]] == 0, EqPlant1[[2]] == 0,
  x1[0] == 1.0, x2[0] == -1.0,
  EqObs1[[1]] == 0, EqObs1[[2]] == 0,
  xE1[0] == 0, xE2[0] == 0
}, {x1, x2, xE1, xE2}, {t, 0, tf}][[1]];
slv2 = NDSolve[{
  [численно решить ДУ]
  EqOpt[[1]] == 0, EqOpt[[2]] == 0,
  x1[0] == 1.0, x2[0] == -1.0
}, {x1, x2}, {t, 0, tf}][[1]];

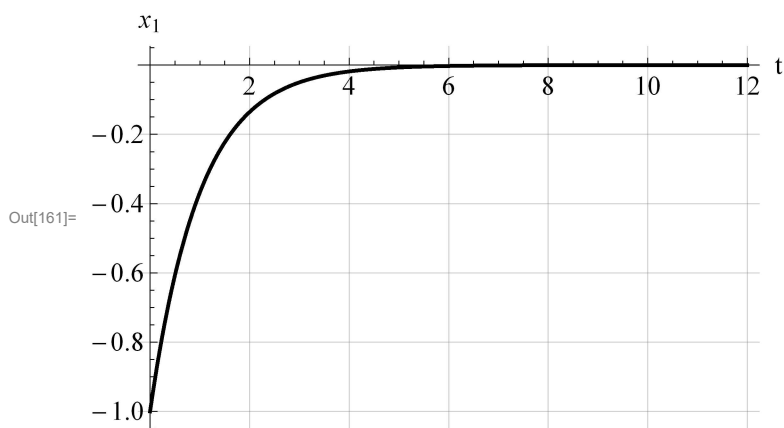
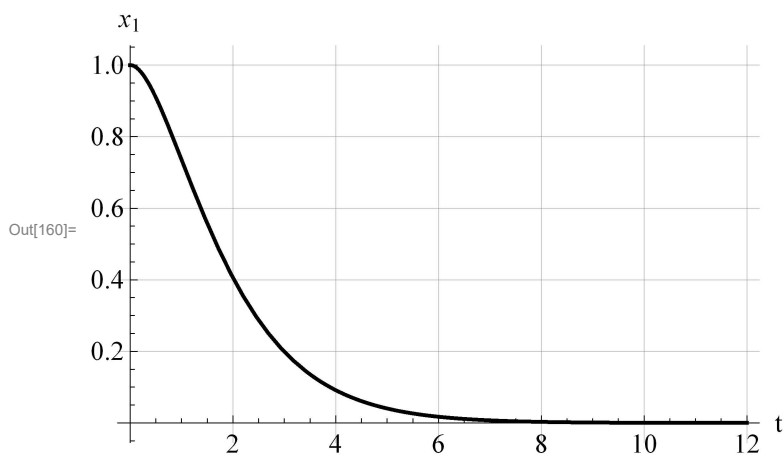
```

Модальное управление:

```

In[160]:= Plot[{x1[t] /. slv}, {t, 0, tf},
  график функции
  PlotStyle → {{Black, Thick}, {Red, Dashed, Thick}},
  стиль графика   чёрный   жирный   кр...   штрих...   жирный
  AxesLabel → {"t", "x1"}, LabelStyle → {14, Black, FontFamily → "Times"},
  стиль отметки   чёрный   семейство шри...   умножить
  GridLines → Automatic, PlotRange → All]
  линии коорд...   автоматиче...   отображаем...   всё
Plot[{x2[t] /. slv}, {t, 0, tf},
  график функции
  PlotStyle → {{Black, Thick}, {Red, Dashed, Thick}},
  стиль графика   чёрный   жирный   кр...   штрих...   жирный
  AxesLabel → {"t", "x1"}, LabelStyle → {14, Black, FontFamily → "Times"},
  обозначения на осях   стиль отметки   чёрный   семейство шри...   умножить
  GridLines → Automatic, PlotRange → All]
  линии коорд...   автоматиче...   отображаем...   всё

```

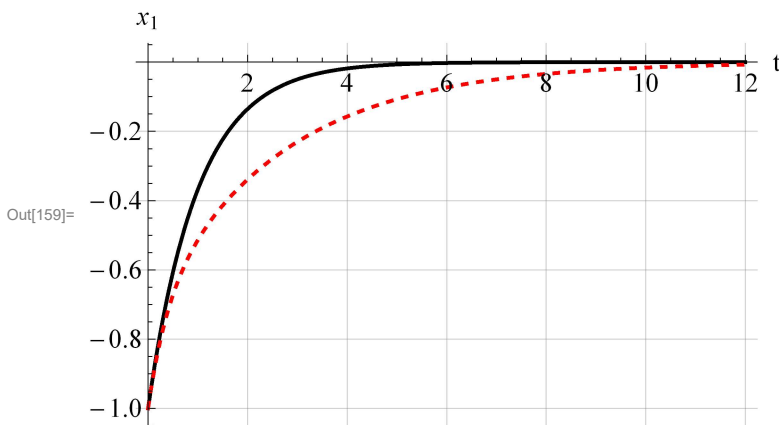
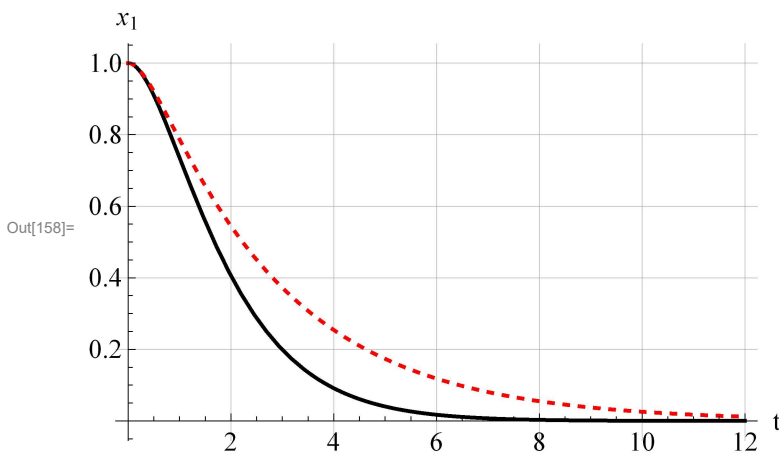


J1 и J2

```

In[158]:= Plot[{x1[t] /. slv, x1[t] /. slv2}, {t, 0, tf},
  График функции
  PlotStyle -> {{Black, Thick}, {Red, Dashed, Thick}},
    Чёрный Жирный Кр Штрих Жирный
  AxesLabel -> {"t", "x1"}, LabelStyle -> {14, Black, FontFamily -> "Times"},
    Стиль отметки Чёрный Семейство шри Умножить
  GridLines -> Automatic, PlotRange -> All]
  Автоматиче Отображаем Всё
Plot[{x2[t] /. slv, x2[t] /. slv2}, {t, 0, tf},
  График функции
  PlotStyle -> {{Black, Thick}, {Red, Dashed, Thick}},
    Чёрный Жирный Кр Штрих Жирный
  AxesLabel -> {"t", "x1"}, LabelStyle -> {14, Black, FontFamily -> "Times"},
    Стиль отметки Чёрный Семейство шри Умножить
  GridLines -> Automatic, PlotRange -> All]
  Автоматиче Отображаем Всё

```



ЛКЗ J1 и наблюдатель

```

In[133]:= Plot[{x1[t] /. slv, x1[t] /. slv1}, {t, 0, tf},
  \[график функции\]
  PlotStyle → {{Black, Thick}, {Red, Dashed, Thick}},
    \[чёрный\] \[жирный\] \[кр...\] \[штрих...\] \[жирный\]
  AxesLabel → {"t", "x1"}, LabelStyle → {14, Black, FontFamily → "Times"},
    \[стиль отметки\] \[чёрный\] \[семейство шри...\] \[умножить\]
  GridLines → Automatic, PlotRange → All]
    \[автоматиче...\] \[отображаем...\] \[всё\]
Plot[{x2[t] /. slv, x2[t] /. slv1}, {t, 0, tf},
  \[график функции\]
  PlotStyle → {{Black, Thick}, {Red, Dashed, Thick}},
    \[чёрный\] \[жирный\] \[кр...\] \[штрих...\] \[жирный\]
  AxesLabel → {"t", "x2"}, LabelStyle → {14, Black, FontFamily → "Times"},
    \[стиль отметки\] \[чёрный\] \[семейство шри...\] \[умножить\]
  GridLines → Automatic, PlotRange → All]
    \[автоматиче...\] \[отображаем...\] \[всё\]

```

