

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3**  
по дисциплине  
**«ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ»**  
на тему  
**«СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ  
ЛИНЕЙНОГО СТАЦИОНАРНОГО ОБЪЕКТА»**  
Вариант 31

Выполнил: студент гр. Р3441  
Румянцев А. А.

Проверил: преподаватель  
Парамонов А. В.

Санкт-Петербург  
2025

## **Содержание**

<b>1 Цель работы</b>	<b>3</b>
<b>2 Постановка задачи</b>	<b>3</b>
<b>3 Теоретическая часть</b>	<b>3</b>
<b>4 Экспериментальная часть</b>	<b>3</b>
4.1 Исходные данные . . . . .	3
4.2 Коэффициенты оптимального регулятора . . . . .	4
<b>5 Вывод</b>	<b>4</b>

## 1. Цель работы

Разработать и исследовать оптимальный регулятор для линейного объекта управления на основе решения уравнения Риккати, оценить его эффективность по критерию качества, а также проанализировать влияние параметров регулятора на динамику системы и значение целевого функционала.

## 2. Постановка задачи

Дан линейный объект:

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

Необходимо рассчитать коэффициенты оптимального регулятора для этого объекта.

## 3. Теоретическая часть

Структура регулятора  $u = -Kx$ . Расчет произвести на основе уравнения Риккати

$$\begin{cases} A^T P + PA + Q - P b r^{-1} b^T P = 0, \\ K = r^{-1} b^T P, \end{cases}$$

и критерия качества вида

$$J = \int_0^\infty x^T(\tau) Q x(\tau) + r u^2(\tau) d\tau$$

## 4. Экспериментальная часть

### 4.1. Исходные данные

Согласно варианту 31, матрицы  $A, b, Q$ :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & 4 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 8 \\ 9 \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$$

Параметр  $r = 4$ .

## 4.2. Коэффициенты оптимального регулятора

Программа для подсчета  $K$ :

```
1 %% plant parameters
2 A=[0 1;
   -2 4];
3 b=[8;
   9];
4 Q=[3 0;
   0 4];
5 r=4;
6 v = 1;
7
8
9
10
11 %% solve Riccati
12 [P,K,e]=icare(A,sqrt(v)*b,Q,r);
13 P
14 K=inv(r)*b'*P
15 eK=eig(A-b*K)
```

Листинг 1: Программа MATLAB для вычисления  $K$  через Риккати

Результаты:

$$P \approx \begin{bmatrix} 40.795 & -39.067 \\ -39.067 & 38.101 \end{bmatrix}, \quad K = \begin{bmatrix} -6.310 & 7.594 \end{bmatrix}$$

Спектр замкнутой системы:

$$\sigma(A - BK) = \{-2.1961, -11.6695\}$$

Замкнутая система асимптотически устойчива.

## 5. Вывод

...