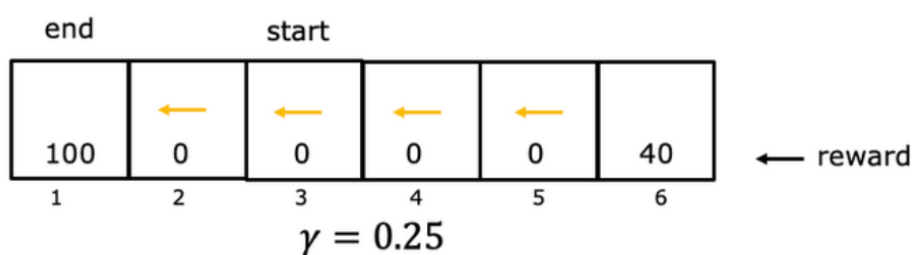


## Задача 1 - RL

Вычислите значение V-функции для состояния, соответствующего клетке под номером 3, если стратегия управления детерминирована и выбор действия из любого состояния - "шаг на одну клетку влево".



## Задача 2

Система управления задана в виде:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= l \cos \theta \cdot u_1, \\ \dot{y} &= l \sin \theta \cdot u_1, \\ \dot{\theta} &= u_2.\end{aligned}\tag{1}$$

Является ли нелинейная система (1) вполне управляемой? Является ли вполне управляемой эта же система, линеаризованная в окрестности точки (0,0,0)?

## Задача 3 - Метод функций Ляпунова

Система управления задана в виде

$$\begin{aligned}\dot{x} &= xy, \\ \dot{y} &= -y + u.\end{aligned}$$

Найдётся ли такой закон управления  $u(x, y)$ , что функция  $V(x, y) = \frac{1}{2}(x^2 + (y + x^2)^2)$  будет функцией Ляпунова для этой системы?

## Задача 4 - Бэкстеппинг

Система управления задана в виде

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_1^2 - x_1^3 + x_2, \\ \dot{x}_2 &= x_3, \\ \dot{x}_3 &= u.\end{aligned}$$

Найдите закон управления  $u(t)$ , стабилизирующий систему рядом с точкой  $(0, 0, 0)$ .

## Задача 5 - Линеаризация обратной связью

Система управления задана в виде

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= \sin x_2, \\ \dot{x}_2 &= x_1^4 \cos x_2 + u.\end{aligned}$$

Найдите закон управления, позволяющий стабилизировать систему рядом с любой наперед заданной траекторией  $x_{d1}(t)$ . Модель предполагается точной, измерения  $[x_1, \quad x_2]^T$  доступными, все необходимые производные  $x_{d1}(t)$  существуют и известны.

## Задача 6 - Метод скользящих режимов

Система управления задана в виде

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= \sin x_2 + x_2 \sqrt{t+1}, \\ \dot{x}_2 &= \alpha_1(t) x_1^4 \cos x_2 + \alpha_2(t) u.\end{aligned}$$

Найдите закон управления  $u(x_1, x_2)$ , позволяющий стабилизировать систему рядом с любой наперед заданной траекторией  $x_{d1}(t)$ . Модель предполагается точной, измерения  $[x_1, \quad x_2]^T$  доступными, все необходимые производные  $x_{d1}(t)$  существуют и известны,  $\alpha_1(t)$  и  $\alpha_2(t)$  - неизвестные функции времени, удовлетворяющие условиям:

$$\forall t \geq 0 \quad |\alpha_1(t)| \leq 10, \quad 1 \leq \alpha_2(t) \leq 2.$$

## Задача 7 - SDRE

Система управления задана в виде

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -x_1 + x_1 x_2^2, \\ \dot{x}_2 &= -x_2 + x_1 u.\end{aligned}$$

Реализуйте вычислительную процедуру поиска управления  $u(t)$ , доставляющего минимум функционалу

$$J = \frac{1}{2} \int_0^\infty [4x_1^2(t) + 4x_2^2(t) + u^2(t)] dt.$$

## Задача 8 - MPC

Система управления задана в виде

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= 9.81 \sin x_1 - 0.1x_2 + u \cos x_1, \\ \dot{x}_3 &= x_4, \\ \dot{x}_4 &= u.\end{aligned}$$

Реализуйте алгоритм управления с прогнозирующей моделью, выбрав такт управления равным  $\tau = 0.15$ , при ограничениях на управляющее воздействие  $|u| \leq 10$  и целевой функции для внутренней оптимизации:

$$C(x, u) = 10x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + 0.01u^2.$$

Определите горизонт планирования, для которого система управления с предложенным регулятором будет устойчива.

## Задача 9 - RL

Выберите неверное утверждение об алгоритме DQN:

- относится к model-free
- относится к off policy
- относится к gradient-free
- относится к семейству Actor-Critic
- относится к deep RL

## Задача 10

Не задача, а утверждение: все предыдущие задачи решать умею, но оценку хочу получить на экзамене.