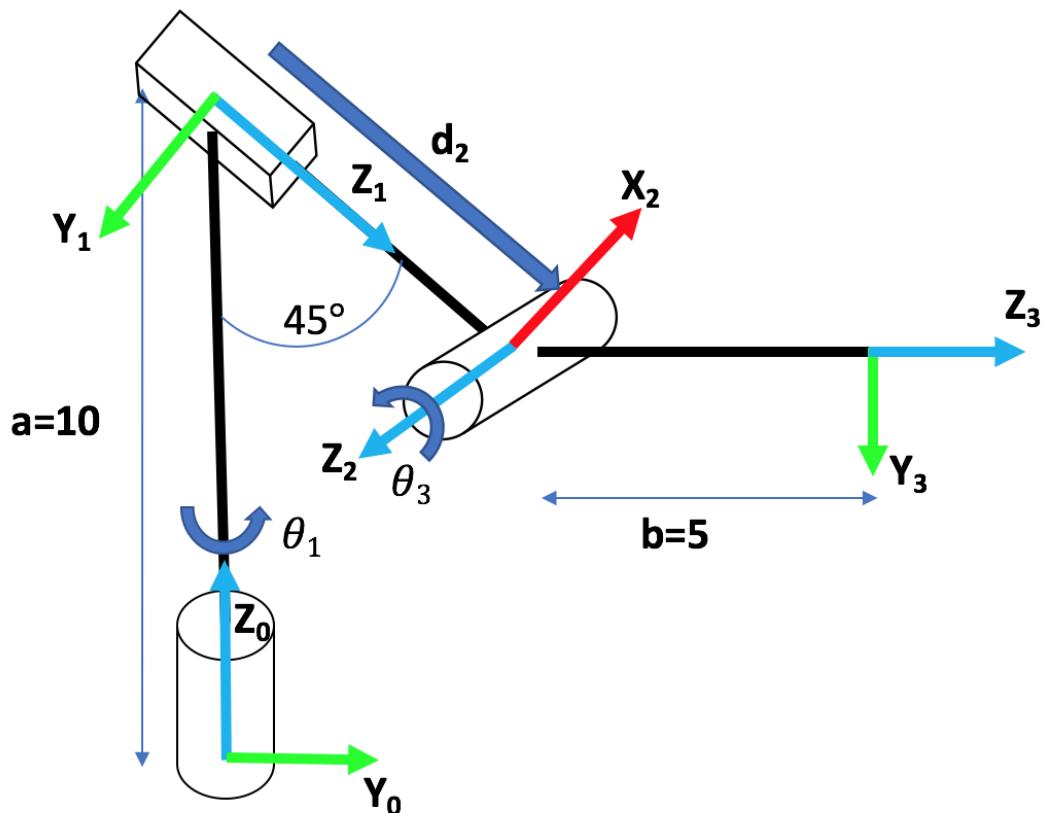


## Лабораторная работа 4

1. Используя соглашение Денавита-Хартенберга, напишите функцию RPR\_FK, которая по положению шарниров  $\theta_1, d_2, \theta_3$  возвращает глобальные координаты 4 точек на манипуляторе.

Представленная на рисунке схема соответствует «нулевому» положению робота: оба вращательных шарнира находятся в положении 0 радиан, а поступательный шарнир смещен на некоторое положительное значение  $d_2$ . В качестве глобальной системы координат принята система 0. Ось  $Z_2$  ортогональна листу и смотрит из него. Ось  $X_2$  перпендикулярна  $Z_1$  и  $Z_2$ .



На вход функции подаются значения углов  $\theta_1, \theta_3$  (в радианах) вращательных шарниров и смещение  $d_2$  вдоль поступательного шарнира.

Функция должна возвращать матрицу  $4 \times 3$ , каждая строка которой содержит координаты  $x, y, z$  соответствующей точки в глобальной системе координат (системе 0):

- положение системы 0 в глобальной системе координат
- положение системы 1 в глобальной системе координат
- положение системы 2 в глобальной системе координат
- положение системы 3 в глобальной системе координат

Также функция должна возвращать матрицу  $3 \times 3$  поворота  $R_{03}$ :

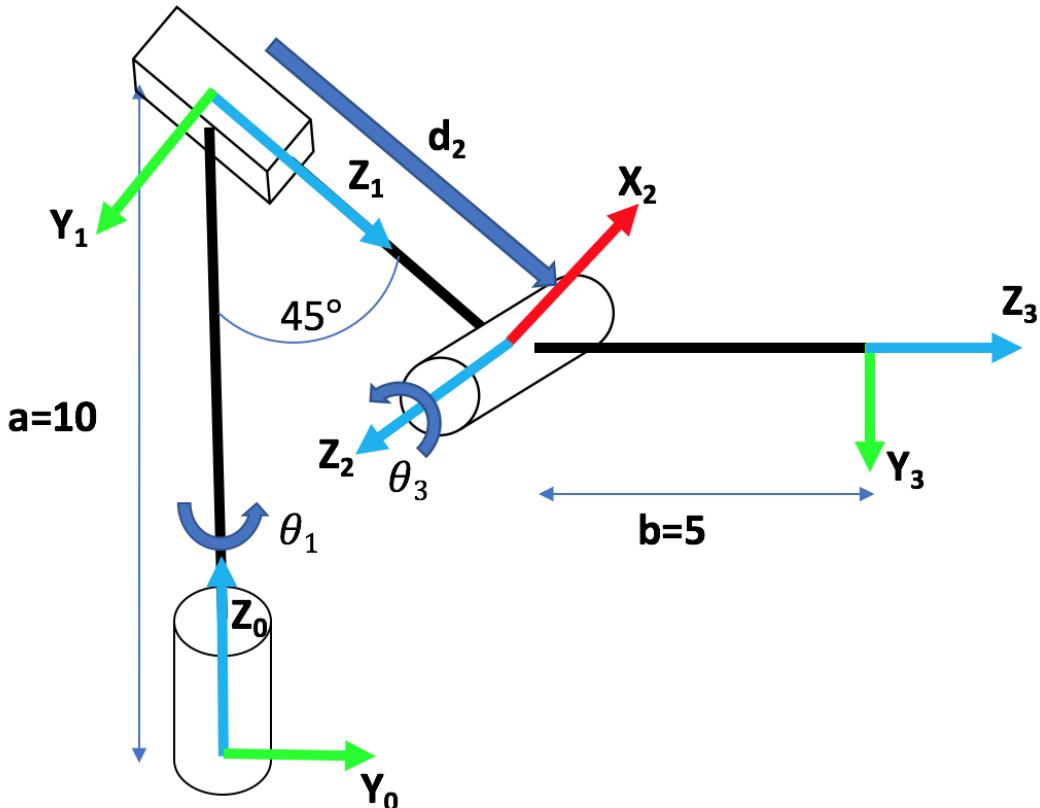
$$P^0 = R_{03} P^3, \quad \text{где } P^x \text{ — положение точки в системе } x.$$

Дважды вызовите функцию:

- для нулевого положения робота, когда  $\theta_1 = 0, d_2 = 5, \theta_3 = 0$
- для положения, при котором шарниры смещены согласно параметрам:  $\theta_1 = \pi, d_2 = -10, \theta_3 = \pi/2$

2. Напишите функцию RPR\_IK, которая по заданному положению  $x, y, z$  и ориентации  $R_{03}$  выходного звена возвращает необходимые значения шарниров манипулятора. Из множества возможных решений достаточно вывести одно. Если решения не существует, функция должна вернуть пустой массив.

Представленная на рисунке схема соответствует «нулевому» положению робота: оба вращательных шарнира находятся в положении 0 радиан, а поступательный шарнир смещен на некоторое положительное значение  $d_2$ . В качестве глобальной системы координат принята система 0. Ось  $Z_2$  ортогональна листу и смотрит из него. Ось  $X_2$  перпендикулярна  $Z_1$  и  $Z_2$ .



На вход функции подаются значения декартовых координат  $x, y, z$  выходного звена в глобальной системе и матрица поворота  $R_{03}$ :

$$P^0 = R_{03} P^3, \quad \text{где } P^x \text{ — положение точки в системе } x.$$

Если решение существует, функция должна возвращать массив  $[\theta_1, d_2, \theta_3]$ , где  $\theta_1, \theta_3$  — значения углов (в радианах) вращательных шарниров, а  $d_2$  — смещение вдоль поступательного шарнира. В противном случае функция возвращает пустой массив [].

Используя реализованную ранее RPR\_FK, протестируйте функцию RPR\_IK следующим образом:

- вызовите функцию RPR\_FK, подав на вход  $\theta_1 = \pi, d_2 = -10, \theta_3 = \pi/2$   
 $[pos, R] = RPR\_FK(pi, -10, pi/2)$
- вызовите функцию RPR\_IK, подав на вход полученный в i) результат (только для выходного звена)  
 $ik\_sol = RPR\_IK(pos(1), pos(2), pos(3), R);$
- снова вызовите функцию RPR\_FK, подав на вход параметры, полученные в ii)  
 $[pos\_ik, R\_ik] = RPR\_FK(ik\_sol(1), ik\_sol(2), ik\_sol(3))$
- очевидно, полученные значения для pos и pos\_ik должны совпадать.