

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта
Высшая школа автоматизации и робототехники

Курсовой проект

По дисциплине «Объектно-ориентированное программирование»
«Программирование промышленного манипулятора KUKA с использованием
захвата»

Студент	Кошенко М.М.
Группа	3331506/20101
Преподаватель	Ананьевский М.С.

Санкт-Петербург
2025

Технической задание

Необходимо произвести подключение Манипулятора KUKA и захвата, изучить основные принципы управления промышленным манипулятором с захватом, с написанием программы для построения башни из 3 кубиков в качестве итогового продукта.

Введение

Современные промышленные роботы становятся неотъемлемой частью автоматизированных производственных процессов. Они повышают точность и скорость производства, а также удешевляют и упрощают его. Одним из популярных промышленных роботов является манипулятор KUKA, который широко применяется в различных отраслях промышленности.

1. Подготовительные работы

1.1 Юстировка

Юстировка робота KUKA — это обязательная процедура для обеспечения точности и стабильности работы манипулятора. Она позволяет устранить различия между механическим и электрическим положениями осей и корректирует возможные смещения, вызванные нагрузкой.

1.1.1 Зачем нужна юстировка?

Юстировка необходима в следующих случаях:

1. При первом вводе робота в эксплуатацию.
2. После технического обслуживания, связанного с компонентами определения положения (например, двигатель с синус-косинусным преобразователем).
3. После механического ремонта или столкновений.
4. После перемещения осей без системы управления (например, вручную).
5. При нарушении стартового положения.

1.1.2 Комплект для юстировки

Для юстировки робота KUKA используются следующие устройства:

1. **Юстировочное устройство EMD (Electronic Mastering Device)** - для настройки механических нулевых положений.
2. **Адаптерный кабель (KR C2)** - для подключения устройства к системе управления.

Юстировочный комплект представлен на рисунке 3.1.2.1.



Рисунок 3.1.2.1 – Юстировочный комплект

1.1.3 Подготовка к юстировке

1. **Режим работы:** активировать режим T1 (ручной режим с пониженной скоростью).
2. **Подключение устройства EMD:** подсоединить кабель EtherCAT к разъему X32.
3. **Проверка нулевого положения:** ось A6 необходимо привести в юстировочное положение по нанесенным меткам.

1.1.4 Порядок юстировки

1. Деюстировка осей:

- Перейти в меню: **Пуск в эксплуатацию> Юстировка> EMD> С коррекцией нагрузки> Первичная юстировка.**
- Деюстировать все оси перед началом настройки.

2. Подвод осей к предъюстировочному положению:

- На рисунке 3.1.4.1 все оси находятся в положении, соответствующем механическим нулевым точкам:
 - A1: 0°
 - A2: -90°
 - A3: +90°
 - A4: 0° ○ A5: 0

- A6: 0°.

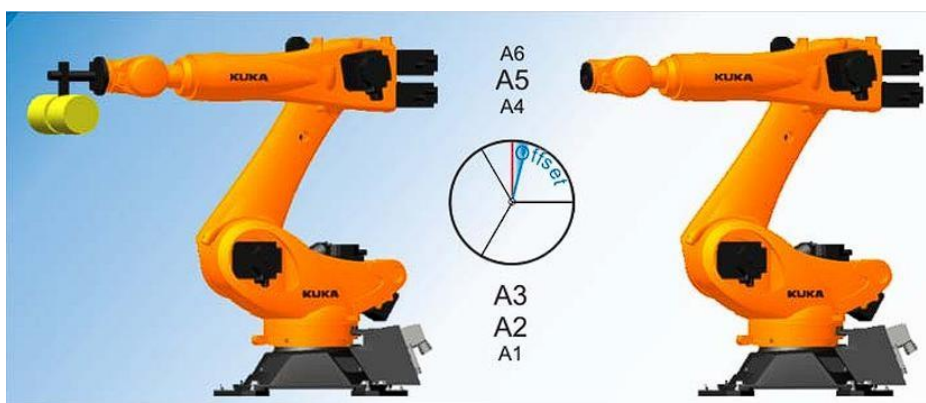


Рисунок 3.1.4.1 – Предъюстировочное положение

4. Юстировка с использованием EMD:

- Снять защитную крышку с измерительного патрона.
- Навинтить устройство EMD на патрон.
- Подключить провод к разъему X32 на коробке выводов робота.
- Активировать процесс юстировки через меню на пульте управления KUKA smartPAD.
- Держать клавишу запуска и подтвердить действие.
- Дождаться завершения юстировки и затемнения оси в окне настроек.

Подключённые элементы юстировочного комплекта во время юстировки представлены на рисунке 3.1.4.2.



Рисунок 3.1.4.2 – Подключённые элементы юстировочного комплекта

5. Завершение юстировки:

- Отсоединить провод от устройства и разъема.
- Установить защитную крышку на патрон.
- Проверить точность юстировки путем тестового перемещения.

Проверка и фиксация данных

- Все результаты юстировки сохраняются в лог-файле Mastery.log по пути:
- C:\KRC\ROBOTER\LOG\Mastery.log
- В лог-файле фиксируются:
 - Дата и время юстировки.
 - Серийный номер оси.
 - Значение юстировки (FirstEncoderValue).
 - Разница энкодера (Encoder Difference).
 - Номер инструмента.

1.2 Калибровка инструмента робота KUKA

Калибровка инструмента робота KUKA — это процесс определения точки TCP (Tool Center Point) и ориентации инструмента относительно фланца манипулятора. Основная цель калибровки — обеспечение точности позиционирования и правильного выполнения рабочих операций роботом.

1.2.1 Зачем нужна калибровка?

Калибровка инструмента позволяет:

1. Точно определить точку центра инструмента (TCP).
2. Обеспечить правильное позиционирование и ориентацию инструмента.
3. Улучшить точность выполнения задач с инструментом.
4. Гарантировать правильное движение робота относительно точки TCP и ориентации инструмента.

1.2.2 Комплект калибровки

Для калибровки инструмента используется:

1. **Электронное калибровочное устройство (EMD)** - для настройки и измерения.
2. **KUKA smartPAD** - для управления процессом калибровки.
3. **Захват или штифт** - инструмент, используемый в качестве эталона.

1.2.3 Подготовка к калибровке

1. **Режим работы:** активировать режим T1 (ручной режим с пониженной скоростью).
2. **Проверка безопасности:** убедиться в активации аварийного останова.
3. **Выбор инструмента:** установить и зафиксировать инструмент на фланце робота.
4. **Активировать систему координат инструмента (TOOL):** проверить, что координатная система активна.

1.2.4 Порядок калибровки

Калибровка методом «XYZ, 4 точки»

1. Запуск процедуры:

- Выбрать последовательность меню:
- Пуск в эксплуатацию> Калибровка> Инструмент> XYZ, 4 точки
- Присвоить номер и имя инструменту.
- Нажать кнопку **ОК** для подтверждения.

2. Подвод точки ТСР к отсчетной точке:

- Сначала подвести инструмент к первой точке калибровки.
- Нажать кнопку **ОК** для сохранения точки.

3. Измерение в других направлениях:

- Повторить измерения с трех оставшихся направлений.
- После каждого измерения нажимать кнопку **ОК**.

4. Сохранение данных:

- Нажать кнопку **Сохранить** для фиксации данных инструмента.

Визуализация процесса калибровки инструмента представлена на рисунке 3.2.4.1.

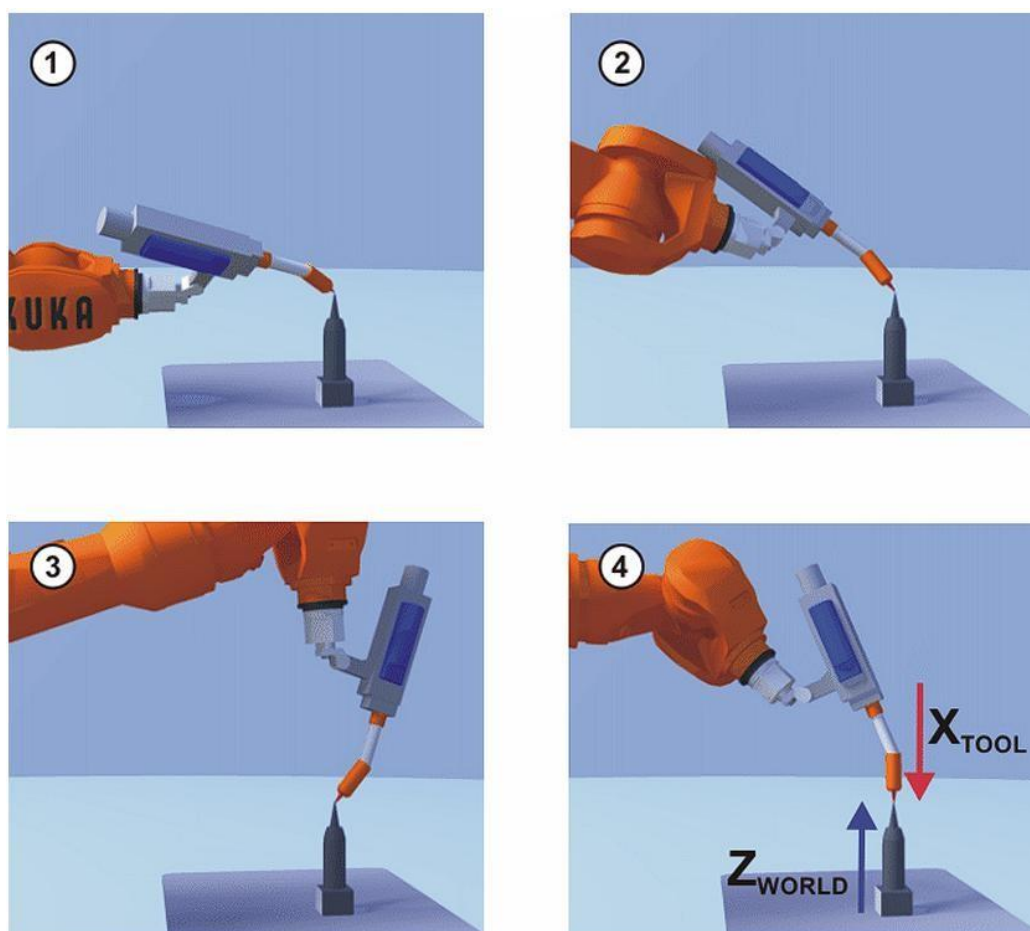


Рисунок 3.2.4.1 – Калибровка методом «XYZ, 4 точки»

Ход работы

Для начала переходим в режим «Эксперт»

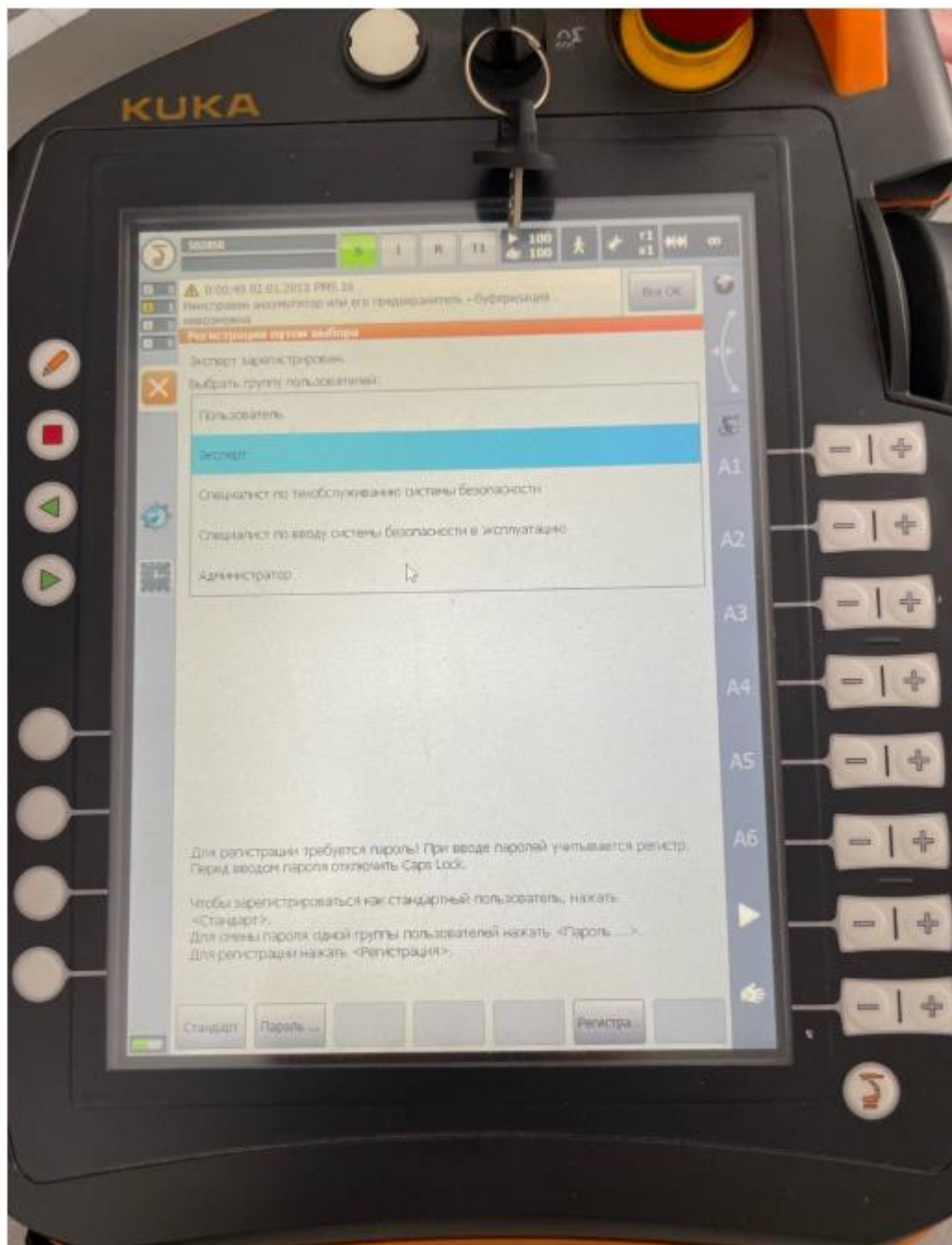


Рисунок 4 – Режим эксперта

Производим калибровку инструмента, что показано на рисунке 5

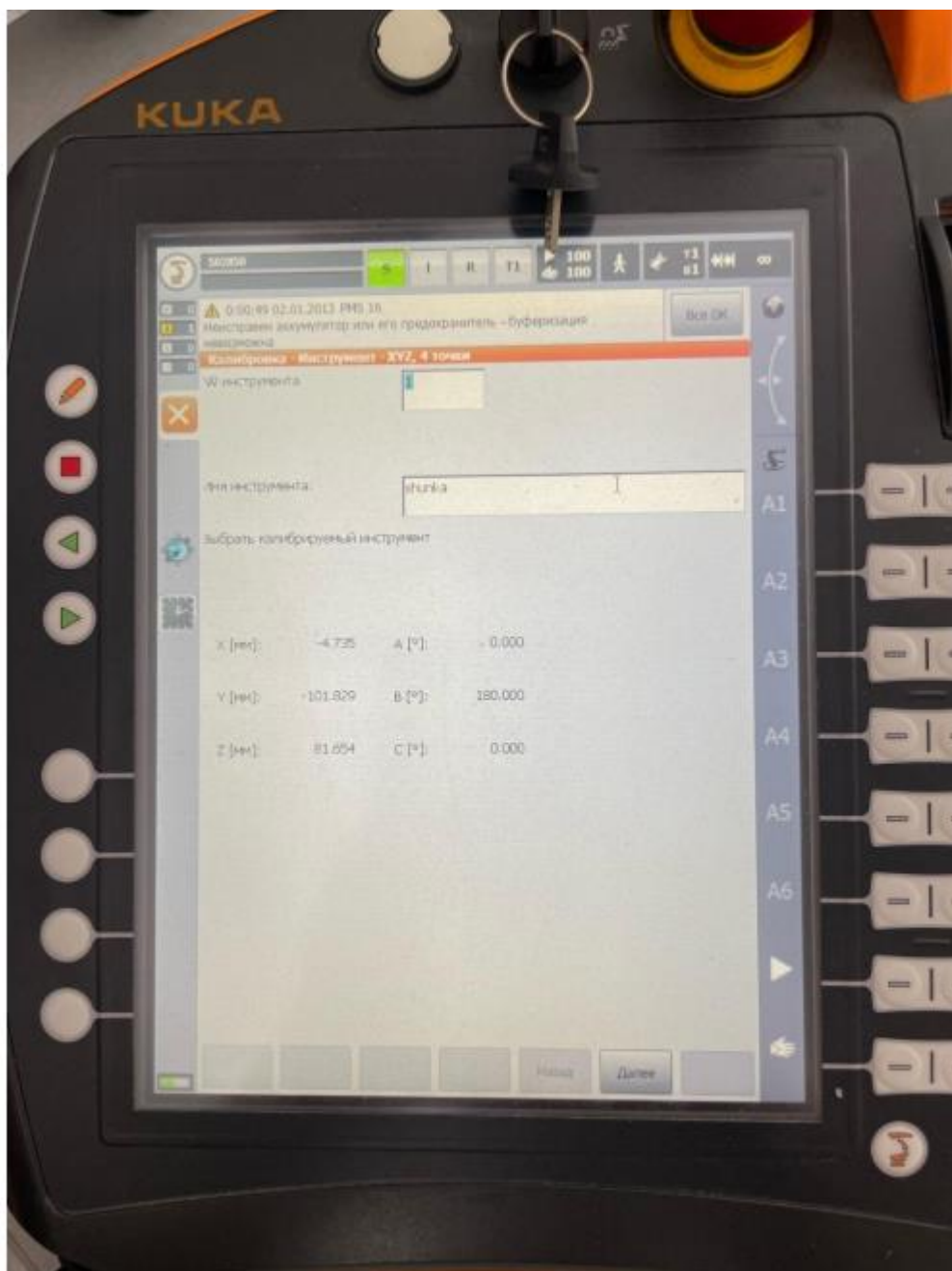


Рисунок 5 – Калибровка инструмента

Создаем базу для удобства управления

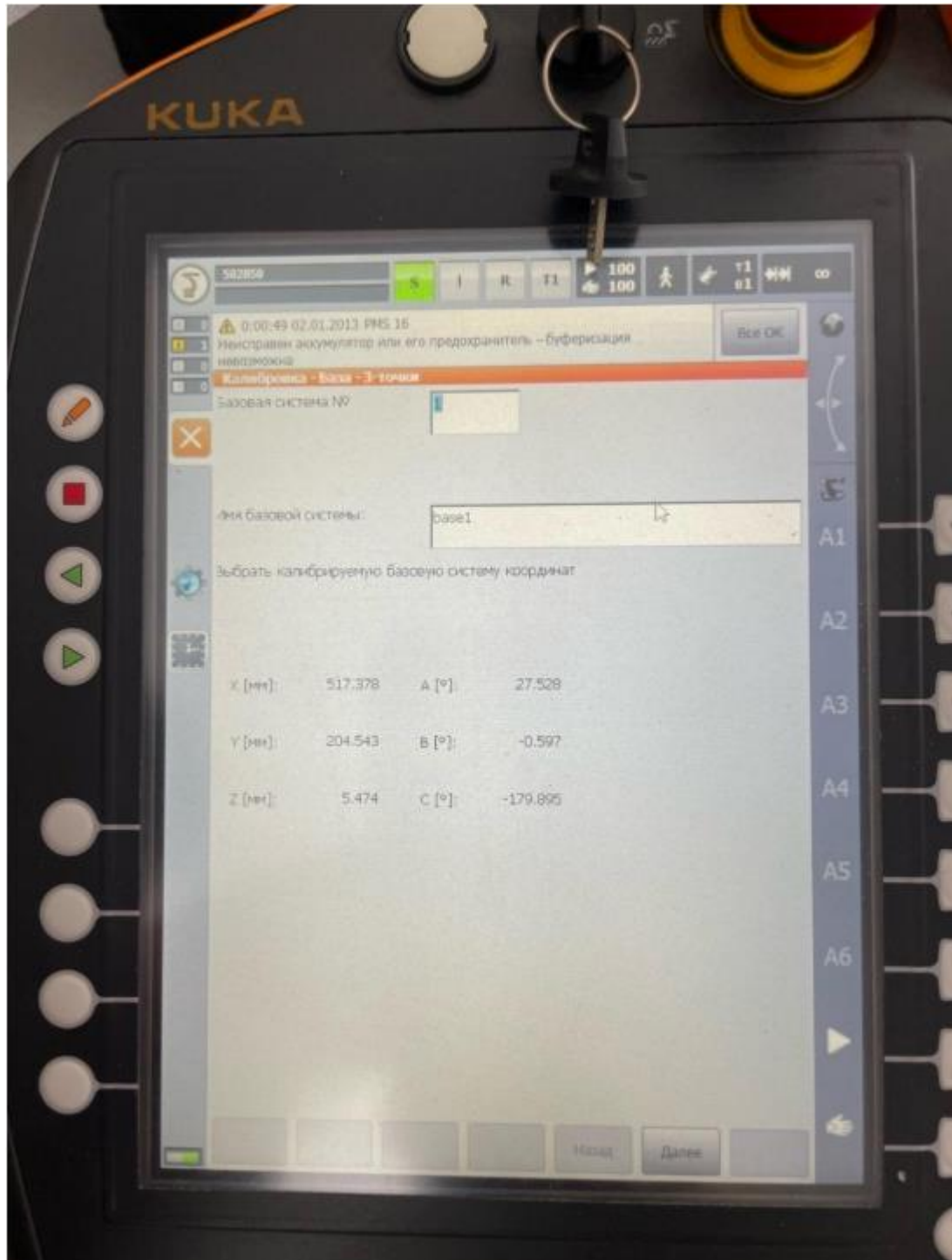


Рисунок 6 – Создание базы

Далее размещаем 3 кубика, которые будет перемещать манипулятор.

Место размещения кубиков должно быть строго определено, так как программа устройства не имеет СТЗ, и манипулятор по программе ожидает, что кубики будут в конкретных точках. Кубики располагаем на углах границ нашей рабочей зоны.

Мы разместили кубики, как показано на рисунке 7

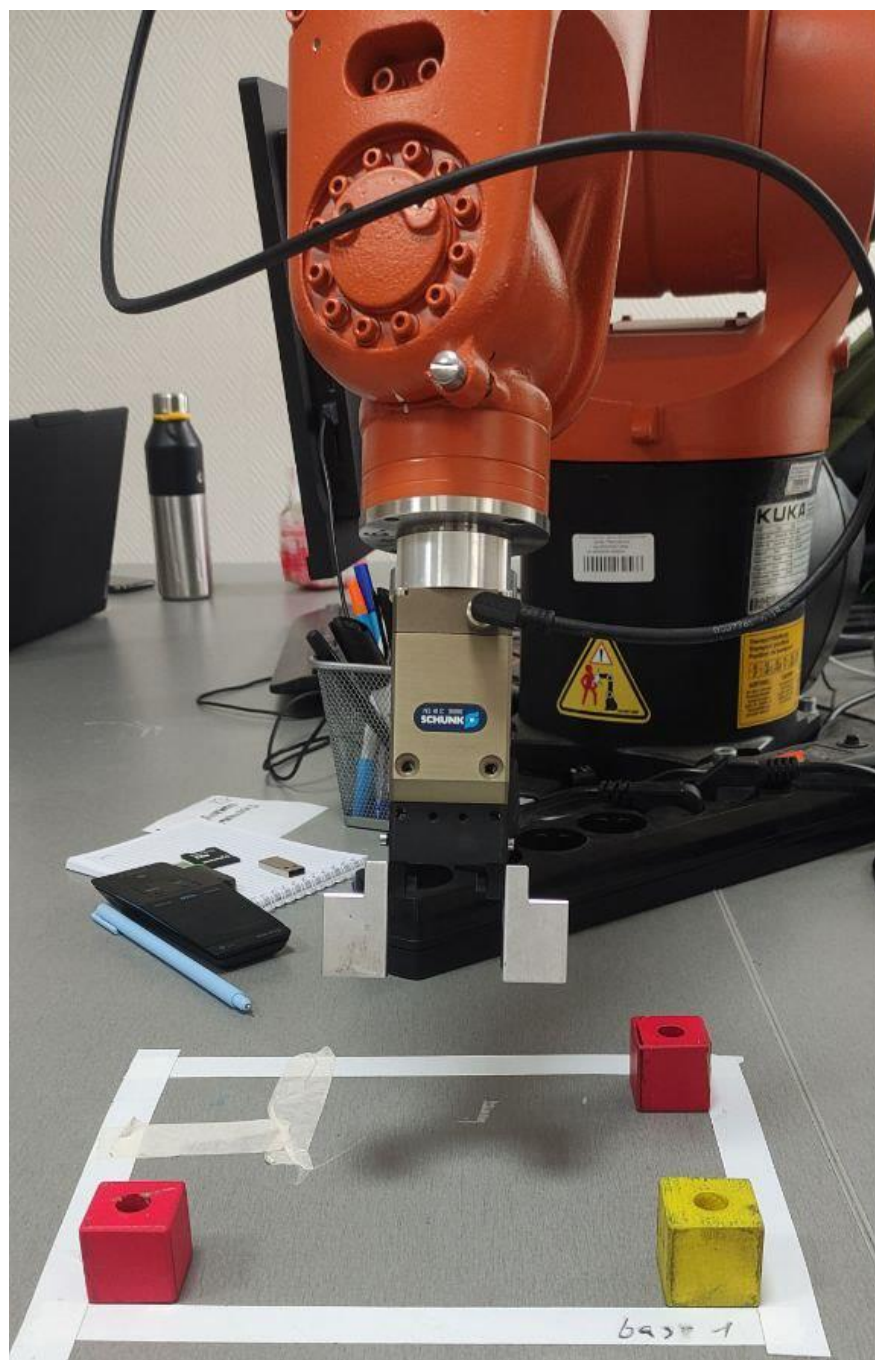


Рисунок 7 – Начальное положение кубиков.

Программный код

Пишем необходимую программу с помощью пульта управления для перемещения трех кубиков с построением из них башни. Код программы:

1 DEF kuka()

2 INI

3

4 PTP HOME Vel=50 % DEFAULT

5

6 WAIT Time=1 sec

7 OUT 3 'razgim' State=TRUE CONT

8 WAIT Time=2 sec

9 OUT 3 'razgim' State=FALSE CONT

10 WAIT Time=3 sec

11 PTP P4 Vel=80 % PDAT2 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

12 PTP P7 Vel=80 % PDAT3 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

13 PTP P8 Vel=80 % PDAT4 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

14 WAIT Time=2 sec

15 OUT 4 'zagim' State=TRUE CONT

16 WAIT Time=2 sec

17 OUT 4 'zagim' State=FALSE CONT

18 PTP P7 Vel=80 % PDAT5 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

19 PTP P4 Vel=80 % PDAT6 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

20 PTP P11 Vel=80 % PDAT7 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

21 WAIT Time=1 sec

22 OUT 3 'razgim' State=TRUE CONT

23 WAIT Time=2 sec

24 OUT 3 'razgim' State=FALSE CONT

25 PTP P4 Vel=80 % PDAT8 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

26 PTP P13 Vel=80 % PDAT10 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

27 PTP P12 Vel=80 % PDAT9 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

28 WAIT Time=1 sec

29 OUT 4 'zagim' State=TRUE CONT

30 WAIT Time=2 sec

31 OUT 4 'zagim' State=FALSE CONT

32 PTP P13 Vel=80 % PDAT11 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

33 PTP P4 Vel=80 % PDAT12 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

34 PTP P14 Vel=80 % PDAT13 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

35 WAIT Time=1 sec

36 OUT 3 'razgim' State=TRUE CONT

37 WAIT Time=2 sec

38 OUT 3 'razgim' State=FALSE CONT

39 PTP P4 Vel=80 % PDAT14 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

40 PTP P16 Vel=80 % PDAT16 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

41 PTP P15 Vel=80 % PDAT15 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

42 WAIT Time=1 sec

43 OUT 4 'zagim' State=TRUE CONT

44 WAIT Time=2 sec

45 OUT 4 'zagim' State=FALSE CONT

46 PTP P16 Vel=80 % PDAT17 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

47 PTP P4 Vel=80 % PDAT18 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

48 PTP P17 Vel=80 % PDAT19 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

49 WAIT Time=1 sec

50 OUT 3 'razgim' State=TRUE CONT

51 WAIT Time=2 sec

52 OUT 3 'razgim' State=FALSE CONT

53 PTP P4 Vel=80 % PDAT20 Tool[1]:shunka Base[1]:base1 CD

54 PTP HOME Vel=50 % DEFAULT

55

56 END

Результат работы программы

В результате проверки программы она успешно завершилась и выполнила поставленные задачи, что можно увидеть на рисунке 8

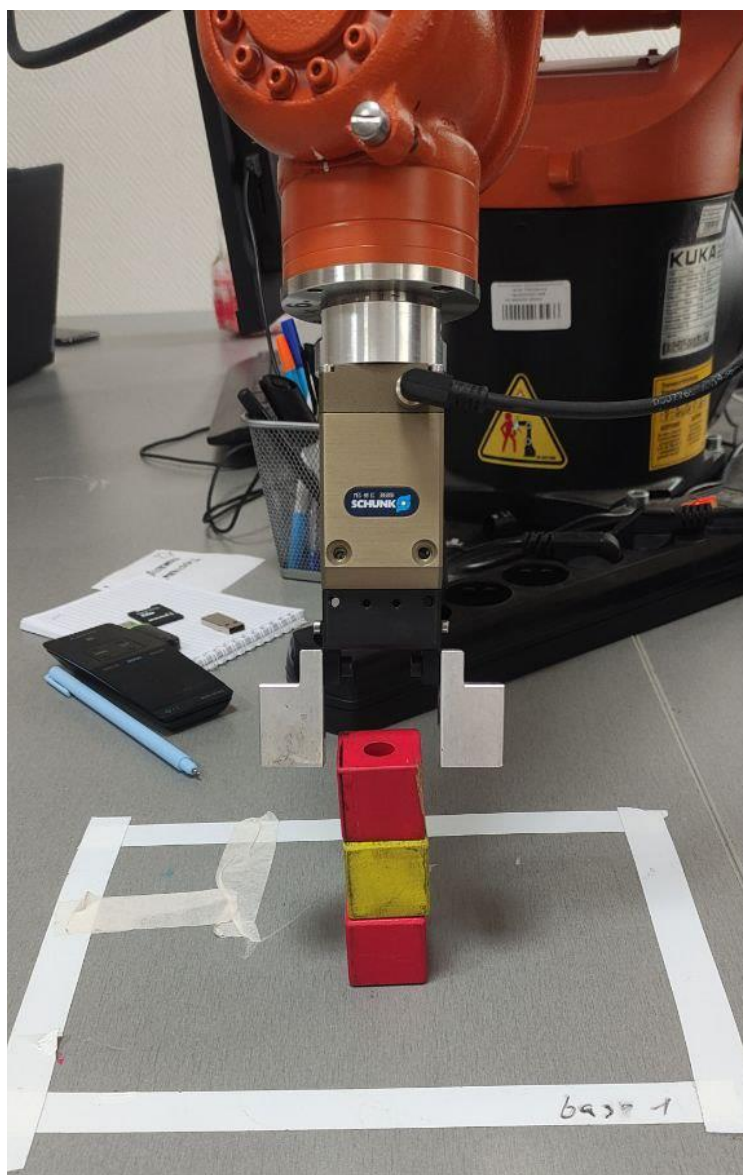


Рисунок 8 – Конечный результат программы.

Заключение

В ходе выполнения курсового проекта была проведена работа по исследованию манипулятора KUKA, включая изучение его конструкции и основных характеристик.

Результатом курсового проекта стало создание программы, для построение башни из кубиков.