

**Кульниязов Дамир Ильдарович**

магистрант

Карагандинский государственный технический университет

г. Караганда, Республика Казахстан

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ С 3 СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ**

*Аннотация: в статье рассмотрены конструкция и процесс изготовления робота-манипулятора. Разработана система управления манипулятором. Полученная система управления позволяет выполнять сложные операции оператору в реальном времени. Описаны элементы, использованные для ее реализации. Построена математическая модель манипулятора, учитывающая переходные процессы в серводвигателях. Осуществлена алгоритмизация режимов работы статического манипулятора. Произведена разработка программного кода для управления манипулятором.*

**Ключевые слова:** *робот-манипулятор, серводвигатель, кинематическая цепь, моделирование.*

Объектом исследования является устройство, имеющее закрепленный на рабочей области корпус (рисунок 1) на котором крепятся система из двух стоек, закрепленных между собой и осуществляющих движение по горизонтали. К стойке 2 крепится рабочий орган, который перемещается по вертикали.

На действующих производственных предприятиях огромными темпами набирает популярность использования автоматических решений, что позволяет исключить участие человека в технологическом процессе. Исследования в области манипуляторов стимулируются многочисленными проблемами, возникающими в процессе деятельности человека. К ним можно отнести работу в опасной среде или в среде с заранее неизвестными свойствами, выполнение операций, связанных с риском для жизни человека. Поэтому исследование динамики манипулятора является актуальной задачей. Промышленные роботы-манипуляторы позволяют осуществить автоматизацию практически всех циклических рутинных

процессов, освобождая человека от простых монотонных операций, не требующих высокой квалификации.

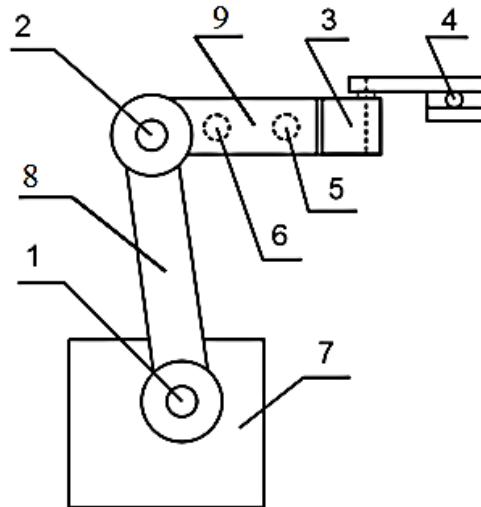


Рис. 1. Устройство робота-манипулятора

1 – серводвигатель у основания, 2 – серводвигатель на свободном конце, 3 – серводвигатель у рабочего органа, 4 – рабочий орган, 5 – колесо, 1, 6 – колесо 2, 7 – корпус основания, 8 – стойка, 1, 9 – стойка 2

В состав робота-манипулятора входит механическая часть (включающая звенья манипулятора) и система управления приводами этой механической части. Управление роботом осуществляется через компьютер с установленным программным комплексом Matlab версии R2016a. Траектория движения рабочего органа манипулятора задается в результате преобразования рисунка при помощи программного алгоритма Matlab с установленным плагином ArduinoIO.

#### *Научные задачи*

Первый этап проекта – проектирование и сборка модуля роботизированного манипулятора из набора деталей. Робот имеет 3 степени свободы. Взаимное расположение звеньев определяет степень подвижности, а также область действия манипуляционной системы робота. Вторым этапом задачи является программирование платы Arduino для манипулятора. Третий этап задачи представляет собой отладку модуля системы управления.

Используемая для распознавания информация – это визуальная информация, включающая информацию о цвете и информацию о положении предмета.

Процесс распознавания предметов идет в следующей последовательности:

- предварительная обработка (создаётся контурное изображение);
- распознавание;
- измерение необходимых параметров объекта, его величины, местоположения и др.

### *Научные результаты*

Исходя из проведенных исследований, были получены следующие результаты:

1. Была произведена разработка программного кода с помощью программы Matlab R2016a с установленным плагином ArduinoIO.

```
intpos = 0;
void setup() {
myservo.attach(9);
}
void loop() {
for (pos = 0; pos<= 90; pos += 1) {
myservo.write(pos);
delay(30);
}
for (pos = 90; pos>= 0; pos -= 1) {
myservo.write(pos);
delay(1000000);
}
}
```

Рис. 2. Часть программного кода

2. Решена обратная задача кинематики для перемещения рабочего органа к нужному пикселью (рисунок 6) и задача определения положения рабочего органа в плоскости в зависимости от углов поворота сервоприводов.

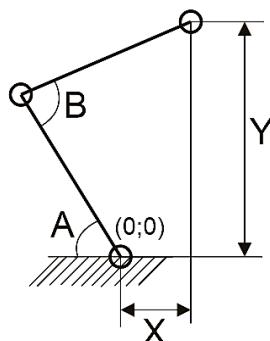


Рис. 3. Обратная задача кинематики

$$X = \cos(B - A) - \cos(A); \quad (1)$$

$$Y = \sin(A) + \sin(B - A); \quad (2)$$

где X и Y – координаты точки;

А и В – углы поворота приводов.

Из данных уравнений мы получаем:

$$\cos(B) = (800 - X^2 - Y^2) / 800; \quad (3)$$

$$A = 20 \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{X}{Y} \right) + \frac{B}{2}. \quad (4)$$

### ***Список литературы***

1. Ten T.K. Collaborative Control of the Manus Manipulator / T.K. Ten, Kate F. Liefhebber, A.H. G. Versluis, J.A. van Woerden [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://link.springer.com>.
2. Fundamentals of robotics / S. Schilling. – Издательский дом Prentice hall, 2005. – 90 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://cncnc.ru/documentation/theory\\_of\\_mechanisms\\_and\\_machines/lect\\_19.htm](http://cncnc.ru/documentation/theory_of_mechanisms_and_machines/lect_19.htm)
4. Схиртладзе А. Г. Классификация и структура промышленных роботов / А.Г. Схиртладзе, В.И. Выходец, Н.И. Никифоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metal-working.ru>