Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«лицей «Созвездие» № 131» городского округа Самара
443083, г. Самара, ул. Промышленности,319, тел.: 261-14-40, 261-14-90.
E-mail: school131@bk.ru

Международная космическая олимпиада

«РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР»

Выполнил:
Самсонов Дмитрий, 9 класс
МБОУ Лицей «Созвездие»
№131

Научный руководитель:
Крылов А. О.,
учитель информатики
МБОУ Лицей «Созвездие»
№131

Самара, 2019

Оглавление

1.Введение……..…4

1.1. Актуальность, темы и задачи…….5

2.Основная часть……7

2.1.Теоретическая часть……..7

2.1.1. История создания манипуляторов.……...…7

2.1.2. Применение манипуляторов……7

2.1.3. Виды манипуляторов……9

2.1.4. Проектирование робота манипулятора…….10

2.2 Практическая часть……11

2.2.1 Конструкция манипулятора……11

2.2.2 Электроника……12

2.2.3 Программа……13

2.2.4 Особенности конструкции……..17

3.Заключение…….....17

4. Список используемой литературы……...…18

Введение

Определение: промышленный робот - это предназначенный для выполнения двигательных и управляющих функций в производственном процессе манипуляционный робот, т. е. Автоматическое устройство, состоящее из манипулятора и перепрограммируемого устройства управления, которое формирует управляющие воздействия, задающие требуемые движения исполнительных органов манипулятора.

Эволюция наделила человека удивительными по своему совершенству манипуляторами — руками. С их помощью мы можем творить чудеса. Большой палец, противопоставленный остальным, и гибкие сочленения превращают руки практически в идеальный инструмент. Немудрено, что в качестве прототипа для многих механических конструкций человек использует именно свои руки. И космические манипуляторы не исключение.

Космос является одной из областей применения автоматизированных и робототехнических систем в связи с высокой опасностью для жизни человека. Поэтому задача создания роботов для работы в опасных для человека условиях стала жизненной необходимостью. Именно роботы-манипуляторы служат для разгрузки и загрузки кораблей, помощи при стыковке, позволяют проводить все наружные работы. Без них станция мертва.

Международная космическая станция была введена в эксплуатацию в 1998 году, а 19 апреля 2001-го к ней отправился американский корабль STS-100, несший груз необычайной важности. Основной задачей экипажа была доставка на МКС дистанционного манипулятора SSRMS (Canadarm2) и его монтаж. Систему успешно установили — она стала глобальным вкладом Канадского агентства в строительство международной станции. Система MSS состоит из трех основных компонентов: основного манипулятора

(SSRMS, она же Canadarm2); манипулятора специального назначения (SPDM, он же Dextre) и мобильной сервисной базовой системы (MBS).

MBS — это, по сути, базовая платформа, на которой устанавливаются манипуляторы. Она значительно расширяет зону действия Canadarm2. Когда «рука» установлена на MBS, она приобретает подвижное основание, способное двигаться по поверхности станции на рельсах со скоростью до 2,5 см/с. Кроме того, к MBS можно крепить грузы — таким образом, взяв один груз, манипулятор может «припарковать» его на MBS и потянуться за другим.

Рис.1. 18 мая 2011 года. Во время миссии STS-134 манипулятор «Шаттла» Canadarm передаёт манипулятору МКС Canadarm2 груз — транспортно-складскую палету для установки на орбитальной станции.

Основной манипулятор системы — это, собственно, 17,6-метровая SSRMS, оснащенная семью моторизированными суставами. Ее собственная масса — 1800 кг, а максимальная масса перемещаемого манипулятором груза может достигать 116 т (!). Впрочем, при отсутствии земного притяжения это

не такое и большое число; оно ограничено в первую очередь влиянием инерционных сил.

Наиболее интересный элемент системы — это Dextre, двурукий, практически человекообразный телескопический манипулятор. Он появился на МКС значительно позже — в 2008 году с миссией STS-123. Внешне Dextre напоминает 3,5-метрового безголового человека с руками длиной по 3,35 м. Интересно, что нижней частью он может крепиться и к MBS, и к самой Canadarm2, таким образом еще удлиняя ее и позволяя проводить более тонкие операции.

На концах рук Dextre установлены механизмы OTCM (ORU/Tool Changeout Mechanisms) со встроенными «челюстями"-хватателями, телекамерой и прожекторами. Кроме того, в механизмах есть гнездо для сменных инструментов, которые хранятся в «туловище».

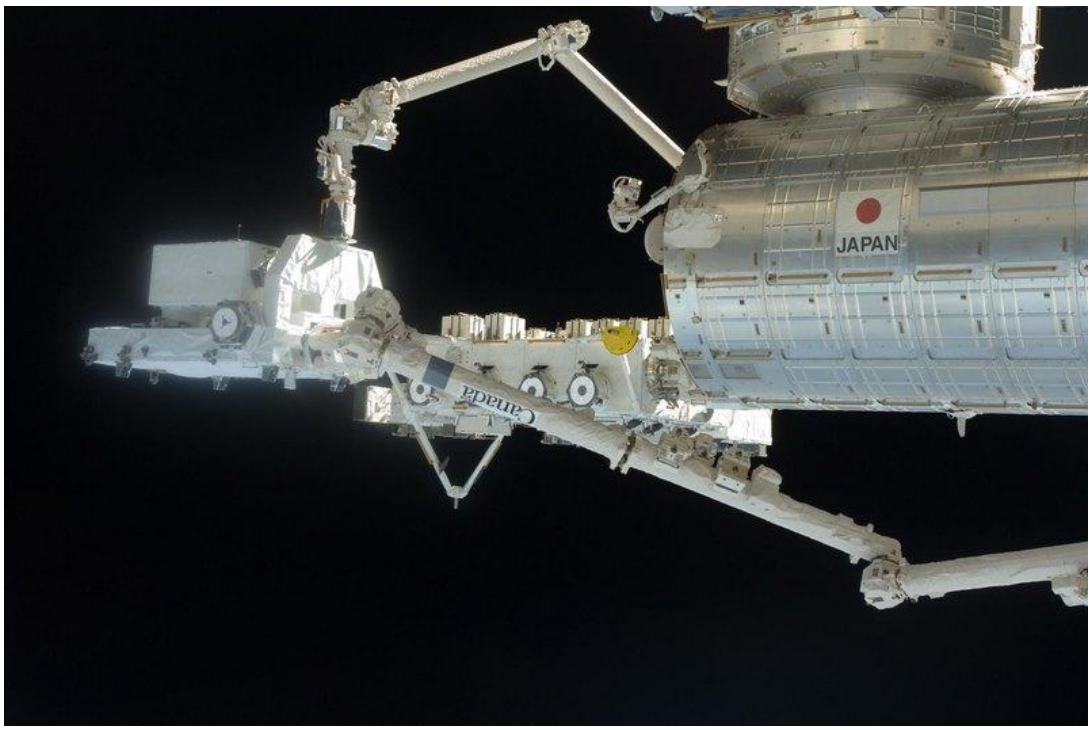

Рис.2. 2008 год. Наглядное сравнение: нижний манипулятор — SSRMS (Canadarm2), верхний — японский JEMRMS. Выполнение совместной задачи напоминает еду палочками.

Актуальность:

1. Большинство производственных процессов (от производства электроники до тяжелого машиностроения) может быть автоматизировано при помощи этих роботов.

2. Манипуляторы заменяют человека там, где его нахождение невозможно или крайне затруднительно.

3. Выполнение разнообразных операций, связанных с обслуживанием пилотируемых космических станций.

4. Для удаления с рабочей орбиты космического мусора, для ремонта КА с длительным сроком активного существования, для сборки на орбите больших космических конструкций.

5. Выполнение транспортных, ремонтных, спасательных и обслуживающих работ в удалённой от места базирования точке.

Цель:

1. Проанализировать научно исследовательские комплексы на основе манипуляторов.

2. Создание робота манипулятора.

Задачи:

1. Изучить теоретические источники по данной теме.

2. Познакомиться с практическими проектами использования робототехники в космосе.

3. Создать модель Робота-манипулятора на основе микроконтроллера ArduinoUno и RaspberryPi, управляемую с помощью мобильных устройств.

Объекты исследования: космические манипуляторы.

2. Основная часть

2.1 Теоретическая часть

2.1.1 История создания манипуляторов

Первые промышленные роботы в собственном смысле этих слов начали создавать в середине 1950-х годов в США. В 1954 году американский инженер Дж. Девол разработал способ управления погрузочно-разгрузочным манипулятором с помощью сменных перфокарт и подал патентную заявку на сконструированное им «программируемое устройство для переноски предметов». Патент Деволу был выдан в 1961 году. Вместе с Дж. Энгельбергом в 1956 году он организовал первую в мире компанию по выпуску промышленных роботов. Её название «Юнимейшн» (англ. Unimation) является сокращением термина «Universal Automation» ‘универсальная автоматика’.

2.1.2 Применение манипуляторов

Canadarm-1

Роботизированные манипуляторы первого поколения, созданные Канадским космическим агентством. Использовались на шаттлах для перемещения грузов в космосе. Всего было построено 5 таких манипуляторов. Манипулятор располагался в грузовом отсеке шаттла, управление осуществлялось дистанционно из кабины. Имеет 6 степеней свободы. Характеристики:

Длина — 15,2 м;

Диаметр — 38 см;

Собственный вес — 410 кг;

Вес в составе общей системы — 450 кг.

Canadarm-2

Передвижная обслуживающая система (робототехнический комплекс и связанное с ним оборудование), находящаяся на Международной космической станции. Выполняет ключевую роль при сборке и обслуживании станции: перемещает оборудование и материалы в пределах станции, помогает космонавтам работать в открытом космосе и обслуживает инструменты и другую полезную нагрузку, находящиеся на поверхности станции. Космонавты проходят специальное обучение работе на Канадарм-2. Была запущена в 2001 году. В передвижную обслуживающую систему входит рука, называемая Space Station Remote Manipulator, в переводе на русский — дистанционный манипулятор космической станции, Mobile Remote Servicer Base System, а также Special Purpose Dexterous Manipulator (Гибкий манипулятор специального назначения), известный также как Декстр. Система может перемещаться по рельсам, расположенным на ферменных конструкциях с помощью тележки транспортёра.

Передвижная обслуживающая система спроектирована и изготовлена компанией MDA Space Missions.

Дистанционный манипулятор в ITER-е
(Международный Экспериментальный Термоядерный Реактор)

Эта система позволяет обслуживать, диагностировать и заменять в случае необходимости кассеты бланкета (стенка вакуумной камеры реактора) и дивертора (система извлечения загрязнений из плазмы). Доступ к внутренней полости вакуумной камеры (после запуска) станет весьма проблематичным по причине наведённой радиоактивности.

После демонтажа заменяемая кассета помещается в специальную транспортную ёмкость. Эта ёмкость извлекается из реактора через шлюзовую камеру. Затем тара вместе с содержимым попадает в хранилище «горячих»

отходов (Hot Cell Facility). Здесь кассета разбирается, ремонтируется и вновь может быть использована по назначению. От производительности и надёжности дистанционного манипулятора зависит время простоя токамака. Предельная грузоподъёмность манипулятора 50 тонн.

2.1.3 Виды манипуляторов

Основной характеристикой манипулятора является его подвижность и рабочая зона. По этому принципу манипуляторы делятся на следующие систем координат:

1. Цилиндрическая. На пример робот, горизонтальная рука которого может выдвигаться и вдвигаться параллельно основанию, двигаться вверх и вниз по вертикальной стойке (оставаясь параллельной основанию), а основание может поворачиваться вместе с рукой и стойкой вокруг вертикальной оси, образуя рабочую зону, имеющую цилиндрическую форму.

2. Сферическая (полярная) система координат. Рука робота может выдвигаться, вдвигаться и вращаться на основании, но вместо поступательного реализуется вращательное вертикальное движение, образуя в пространстве сферу.

3. Прямоугольная (декартова) система координат. Этот тип робота обладает тремя взаимно перпендикулярными осями перемещений. Он состоит из стойки, которая движется вверх и вниз, и поперечной балки, к которой подвешена стойка. Стойка может двигаться влево и вправо. Балка, в свою очередь, способна перемещаться вперед и назад. Таким образом обеспечивается точное движение по осям x, y и z.

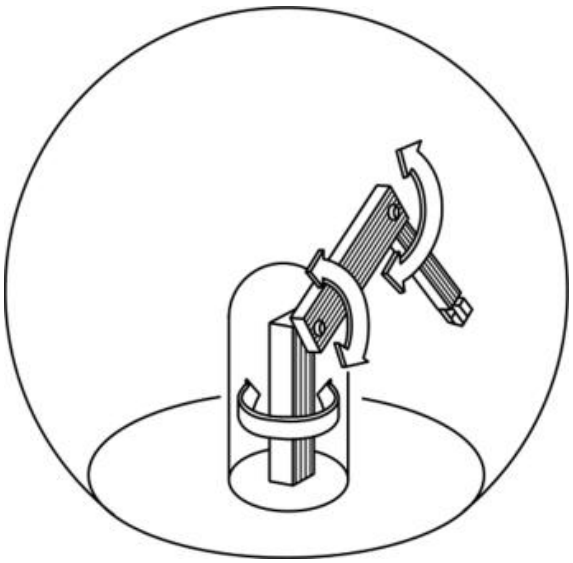

Рис.3. Движение по осям x, y и z.

4. Угловая система координат. Пример четвертого класса роботов, иногда называемых антропоморфными, приведен на рисунке 1. Он состоит из способных вращаться соединений, называемых «плечом» и «локтем», закрепленных на «талии», состоящей из вращающегося основания, которое обеспечивает третью степень свободы. Преимущество такой конфигурации — очень большая рабочая зона, что позволяет минимизировать размеры производственных площадей, необходимых для размещения робота в цехе.

2.1.4 Проектирование робота-манипулятора

Главной особенностью нашего манипулятора является его модульность. При необходимости можно быстро присоединить дополнительные модули или заменить поврежденные. Робот сделан в основном из алюминиевых уголков. Это обусловлено доступностью, простотой обработки и достаточной прочностью алюминия, а также из-за удобства использования и жесткости уголков. Для создания крутящего момента мы использовали сервопривод TowerPro MG996R. Первая часть стрелы короче второй, чтобы тяжелый серводвигатель был ближе к точке опоры.

2.2 Практическая часть

2.2.1 Конструкция манипулятора

Алюминиевые уголки 20*20, 15*15, 60*60 составляют основание, стрелу и захват манипулятора. В качестве крепежа выступают алюминиевые заклёпки 3,3 мм и 4,5мм. Некоторые соединения скреплены болтами М4 и М5, если части необходимо будет рассоединить для каких-либо целей.

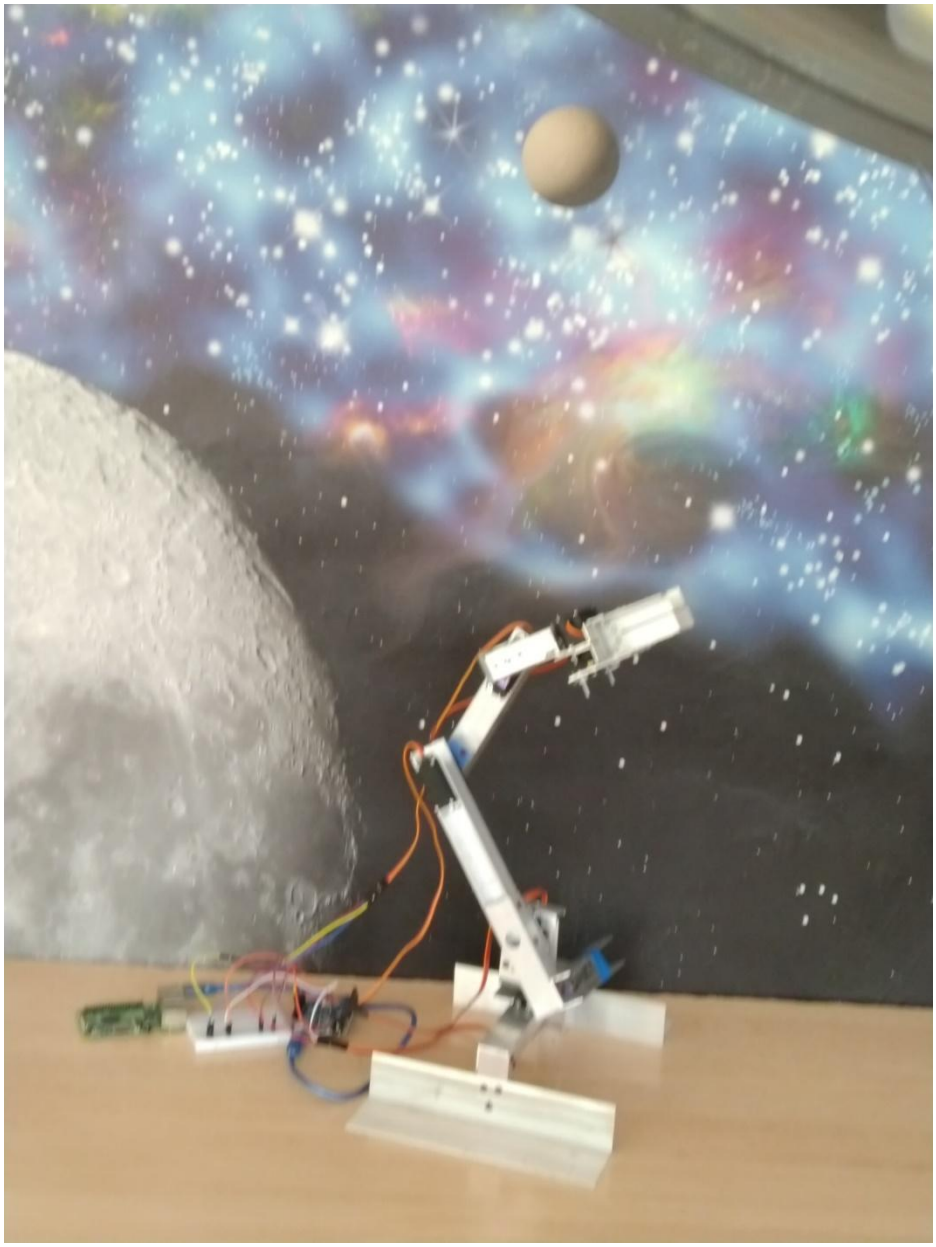

Рис. 4. Прототип манипулятора

2.2.2 Электроника

5 сервоприводов потребляют большое количество электроэнергии, поэтому мы подключили их напрямую к соединённым последовательно АА элементам. В качестве микроконтроллера мы используем Arduino Uno, а также Raspberry Pi 3B+, являющимся полноценным компьютером с ОС на базе Linux. Он имеет внешний интерфейс GPIO с поддержкой I2C, через который он может управлять Arduino Uno с помощью библиотек pySerial и RPIO. Raspberry Pi поддерживает язык программирования python 3, на котором будет вестись разработка.

Также, с помощью библиотеки OpenCV, возможно применение машинного зрения (OpenCV — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом).

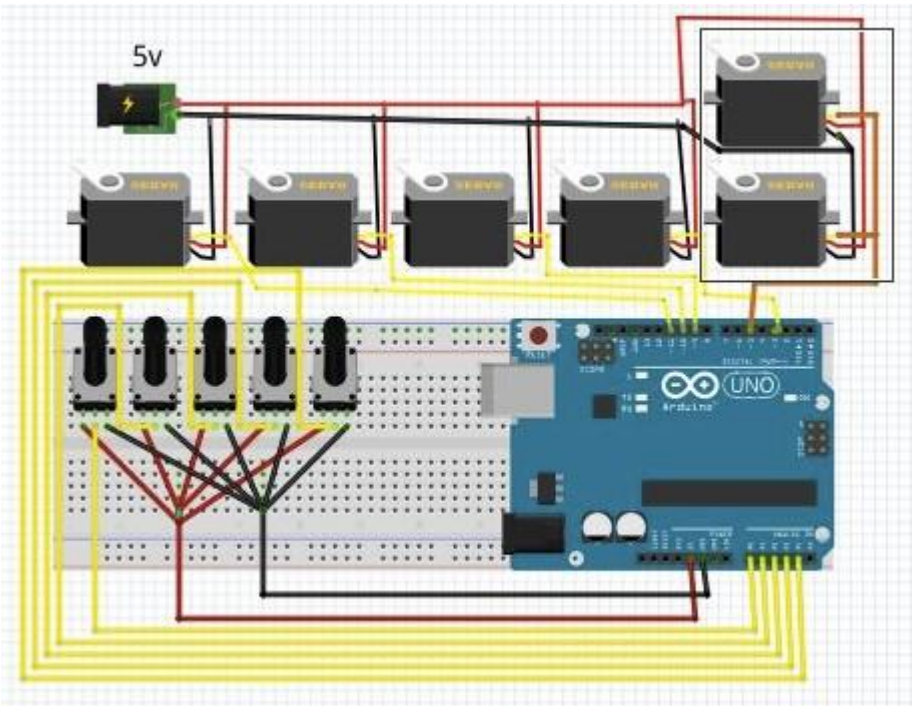

Рис. 4. Подключение сервоприводовк Ардуино

Для работы с малинкой необходимо генерировать широтно-импульсный сигнал PWM на дискретном выходе мини-компьютера и задавая длительность отдельного положительного импульса сигнала будем изменять

угол поворота серво-двигателя. Так же мы должны изначально понимать, что на дискретном выходе Raspberry не получится супер-стабильных временных параметров сигнала, и поэтому серво всегда будет немного дёргать вместо стояния на месте.

Сам двигатель придётся запитать от отдельного источника питания 5-6В, чтобы не навредить любимой малинке. Резистор 1 кОм защитит дискретный выход малинки от случайных замыканий.

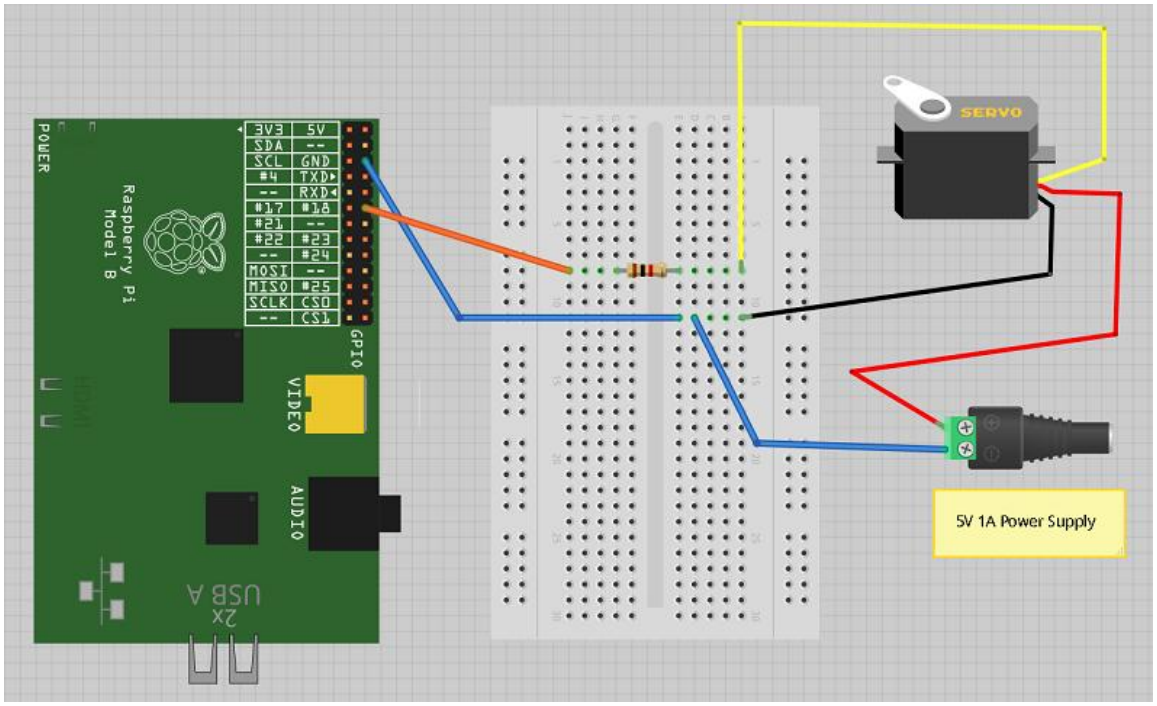

Рис. 5. Подключение сервоприводов к малинке

2.2.3 Программа

При работе с малинкой необходимо открыть терминал. В командной консоли написать команду: «sudo python servo.py». Запустится программа с данным кодом:

```
from Tkinter import *
import RPi.GPIO as GPIO
import time
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
```

```
GPIO.setup(18, GPIO.OUT)
pwm = GPIO.PWM(18, 100)
pwm.start(5)
class App:
    def __init__(self, master):
        frame = Frame(master)
        frame.pack()
        scale = Scale(frame, from_=0, to=180,
              orient=HORIZONTAL, command=self.update)
        scale.grid(row=0)

    def update(self, angle):
        duty = float(angle) / 10.0 + 2.5
        pwm.ChangeDutyCycle(duty)
root = Tk()
root.wm_title('Servo Control')
app = App(root)
root.geometry("200x50+0+0")
root.mainloop()
```

Программа будет выдавать широтно-импульсный сигнал PWM частотой 100 Гц. Это означает, что положительный импульс будет генерироваться каждые 10 мс. Ширина этого импульса будет преобразована в угол поворота серво.

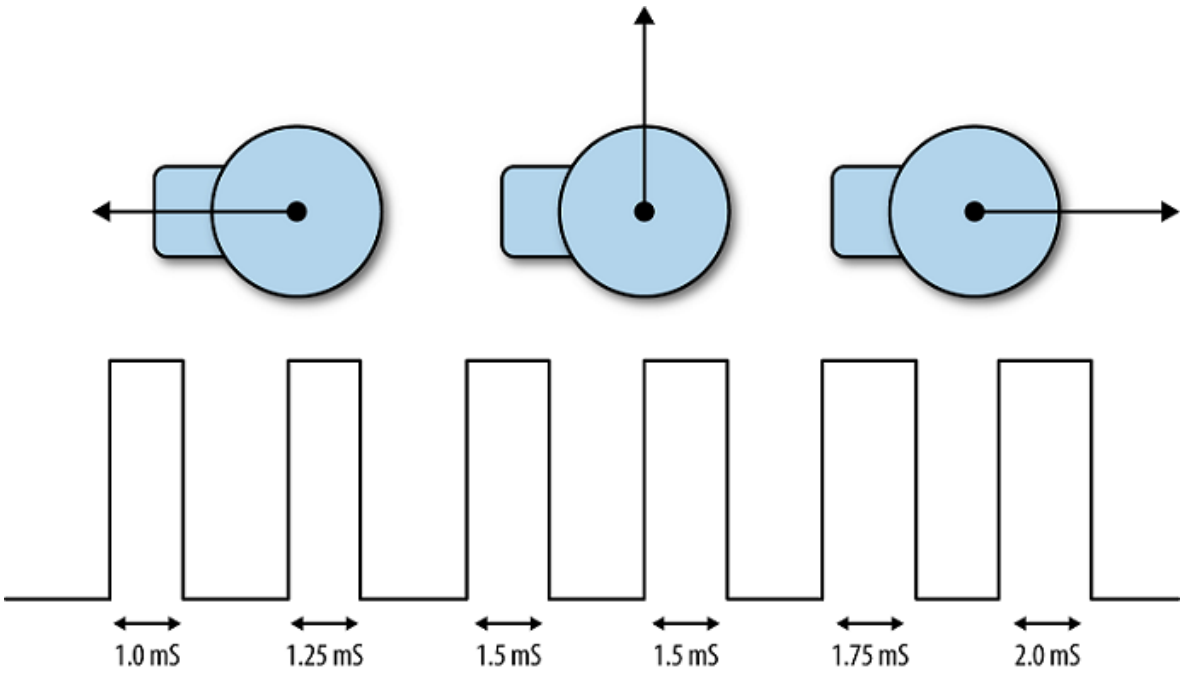

Рис. 6. Работа сервопривода по коду

Программа для ардуино

// управляются привода с помощью переменных резисторов - потенциометров.

```
#includeServo
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
Servo myservo5;
int potpin = 0; // аналоговый пин для подключения потенциометра
int potpin1 =1;
int potpin2 =2;
int potpin3 =3;
int potpin4 =4;
```

```
int val; // переменная для считывания данных с аналогового пина
void setup()
{
myservo1.attach(3);
myservo2.attach(5);
myservo3.attach(9);
myservo4.attach(10);
myservo5.attach(11);
Serial.begin(4800);
}
void loop()
{ //servo 1 analog pin 0
val = analogRead(potpin); // считывает значение потенциометра (значение между 0 и 1023)
val = map(val, 0, 1023, 0, 179); // масштабирует полученное значение для использования с сервами (получаем значение в диапазоне от 0 до 180)
myservo1.write(val); // выводит серву в позицию в соответствии с рассчитанным значением
delay(15); // ждет, пока серводвигатель выйдет в заданное положение
val = analogRead(potpin1); // серва 2 на аналоговом пине 1
val = map(val, 0, 1023, 0, 179);
myservo2.write(val);
delay(15);
val = analogRead(potpin2); // серва 3 на аналоговом пине 2
val = map(val, 0, 1023, 0, 179);
myservo3.write(val);
delay(15);
```

```
val = analogRead(potpin3); // серва 4 на аналоговом пине 3
val = map(val, 0, 1023, 0, 179);
myservo4.write(val);
delay(15);
val = analogRead(potpin4); //серва 5 на аналоговом пине 4
val = map(val, 0, 1023, 0, 179);
myservo5.write(val);
delay(15);
}
```

2.2.4 Особенности конструкции

Конструкция очень жесткая благодаря материалам, креплениям и многочисленным рёбрам жесткости. Подвижные соединения не люфтят и благодаря подгонке композитных деталей под вал сервопривода и закрученному в него винту. Алюминиевые заклёпки неподвижно стягивают детали. Всё это положительно сказывается на точности робота.

Заключение

В результате выполнения данной работы изучено исторические и теоретические знания в области космической робототехники, познакомился с практическими проектами использования робототехники в космосе, создан робот-манипулятор, обладающий следующими характеристиками:

Тип системы координат	Угловая
Грузоподъёмность	9 кг
Максимальная досягаемость от основания	50 см
Степени подвижности	4

Также нужно отметить простоту и надёжность конструкции, а также её коммерческую доступность.

Проект может быть использован, например, в учебных производственных линиях в ВУЗах. Робот может выполнять некоторые задачи, и их спектр можно расширить сменными насадками.

Благодаря Raspberry Pi мы можем использовать алгоритмы машинного зрения для нашего робота. Это позволит значительно расширить его возможности и компоновку производственных линий. Так, например, по одному конвейеру можно будет подавать несколько различных предметов, а манипулятор будет брать только то, что ему нужно. Также использование Raspberry Pi позволит использовать намного боле сложные программы с удобным пользовательским интерфейсом, что делает программные способности робота почти безграничными.

Список используемой литературы

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Промышленный_робот
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%80%D0%BC
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Канадарм2
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80
5. https://studref.com/527688/tehnika/klassifikatsiya_robotov_manipulyatorov
6. https://www.popmech.ru/technologies/14724-kosmicheskiy-manipulyator-kak-eto-rabotaet/#part1
7. https://robroy.ru/kosmicheskie-robotyi