



РАЗРАБОТКА ДЕМОНСТРАТОРА РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО АССИСТЕНТА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛАПАРОСКОПОМ В МАЛОИНВАЗИВНОЙ ХИРУРГИИ



Кафедра систем автоматического управления
Южного федерального университета

Направление – Медицина будущего



Видеокамера

Лапароскоп



Стойка с монитором

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ



Лапароскоп с включенной видеокамерой

Принимают участие в операции 3 – 4 человека
Ассистент перемещает лапароскоп под руководством хирурга

АКТУАЛЬНОСТЬ

- Необходимость сокращения **влияния человеческого фактора** на ход операции;
- Необходимость сокращения **числа персонала**, участвующего в лапароскопической операции;
- Необходимость получения **оптимального обзора** области оперативного вмешательства;
- **Труднодоступность, неоднородность** рабочей области и среды функционирования робота;
 - **Высокие требования** по точности и безопасности



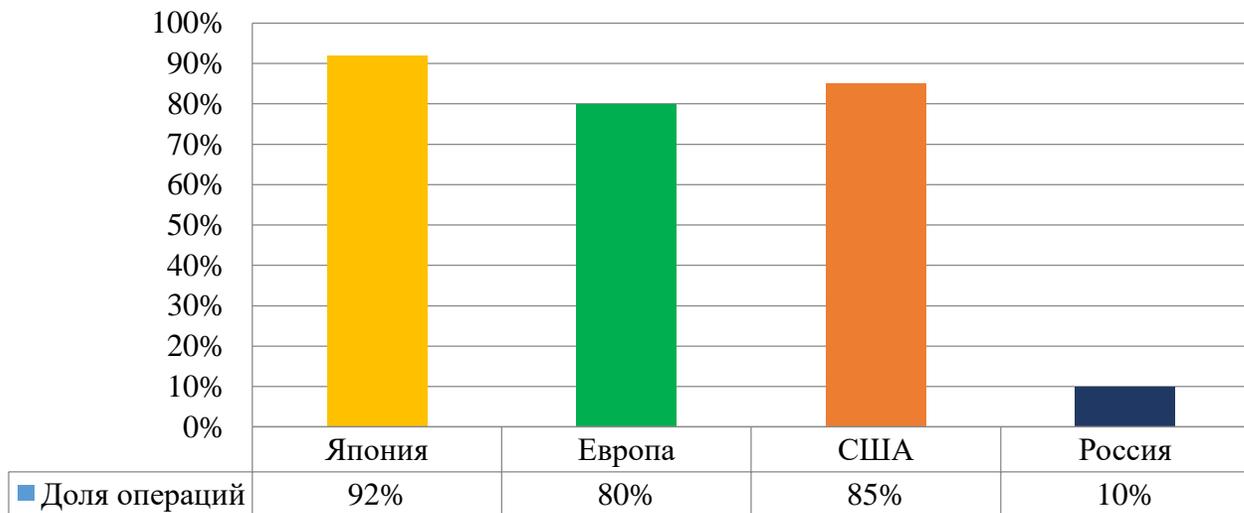
Цель: разработка демонстратора робототехнического ассистента, позволяющего реализовать и исследовать выполнение функций автоматического управления манипулятором, оптимальной визуализации оперируемой области, автоматического позиционирования и слежения за хирургическими инструментами во время проведения малоинвазивных операций



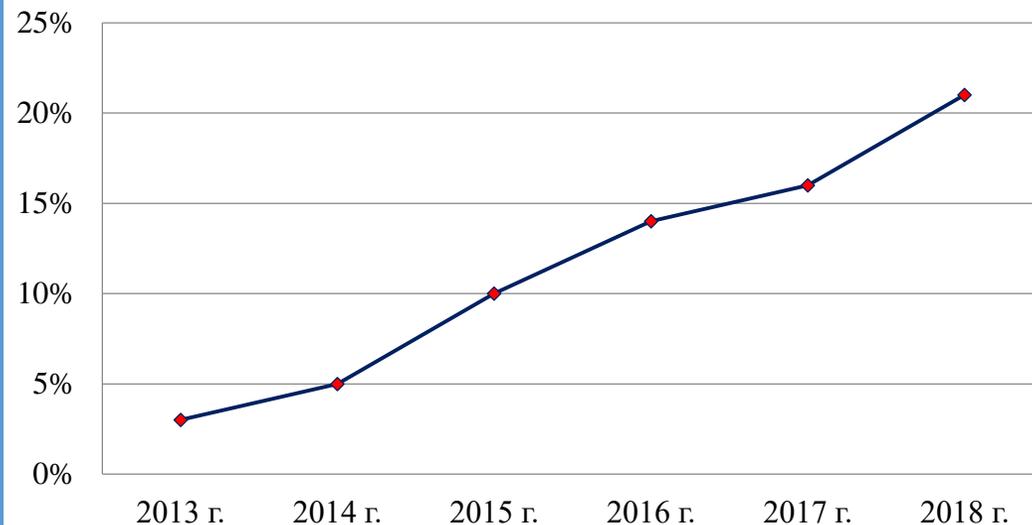
Развитие базовой технологии автоматического управления высокоточными роботами-манипуляторами с использованием инновационных методов для развития медицинской робототехники

РЫНОК

Число малоинвазивных операций в 2015 г.



Доля малоинвазивных операций в РФ



- Общее число хирургических операций в РФ в 2015 г. – **15 млн**, малоинвазивных – **1,5 млн**;
 - Выживаемость выше на **40%**;
 - Стоимость малоинвазивных операций ниже на **40%** полостных;
- Объем мирового рынка медицинских робототехнических систем к 2018 г. оценивается от **\$11,34 млрд** до **\$13,6 млрд**. Из них объем рынка робототехнических хирургических систем **60%**;
- Число роботохирургических систем da Vinci в России – **30 ед.**, роботизированного держателя Viku – **10 ед.**;
 - Стоимость da Vinci от **\$ 2 млн**

1985

Первый хирургический
робот PUMA-560



1994

Первый роботизированный
держатель AESOP

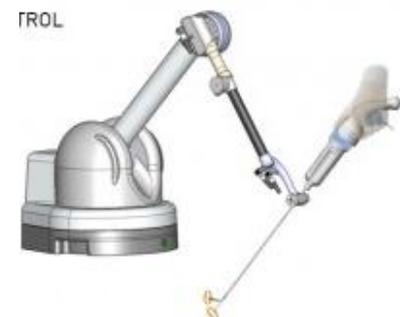


1998

Роботохирургическая
система da Vinci



СУЩЕСТВУЮЩИЕ ДЕРЖАТЕЛИ



РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Робототехнический
ассистент
для удержания и
перемещения
лапароскопа

Медицина

- Экспертные методы;
- Методы медицинских исследований:
 - Методы доклинических испытаний;
 - Лабораторные исследования;
 - Технические испытания

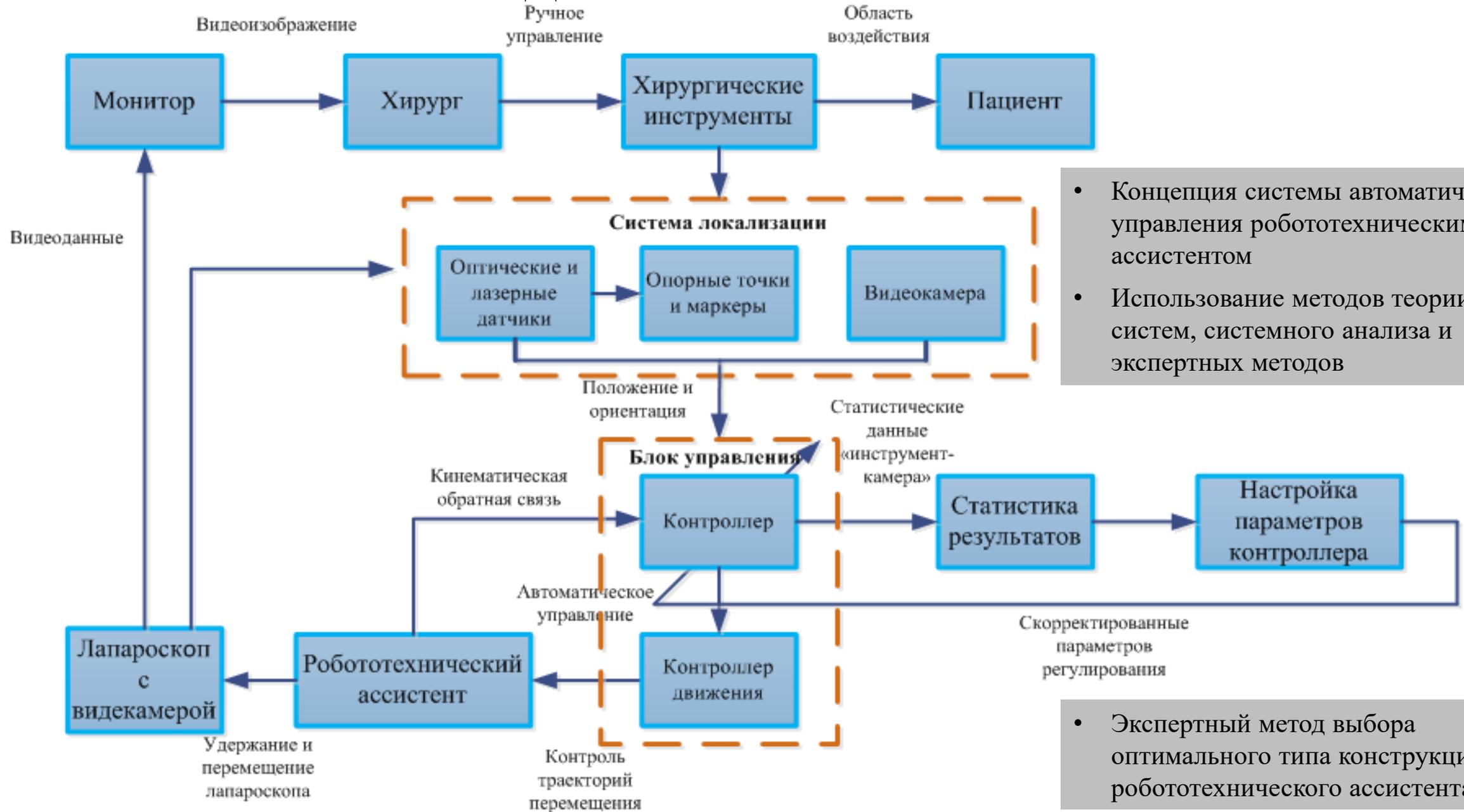
Кибернетика

- Методы теории автоматического управления;
 - Методы теории систем;
 - Робототехника;
 - Методы искусственного интеллекта

Математика

- Численные методы;
- Методы векторной алгебры и вычислительной геометрии;
- Методы линейной алгебры

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ



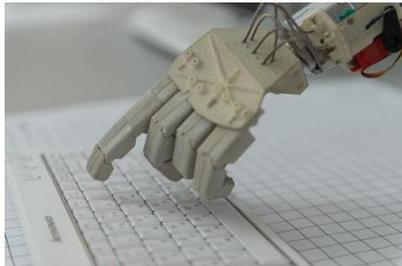
- Концепция системы автоматического управления робототехническим ассистентом
- Использование методов теории систем, системного анализа и экспертных методов

- Экспертный метод выбора оптимального типа конструкции робототехнического ассистента

Заинтересованные организации



Южный федеральный университет
Специалисты в области систем автоматического управления



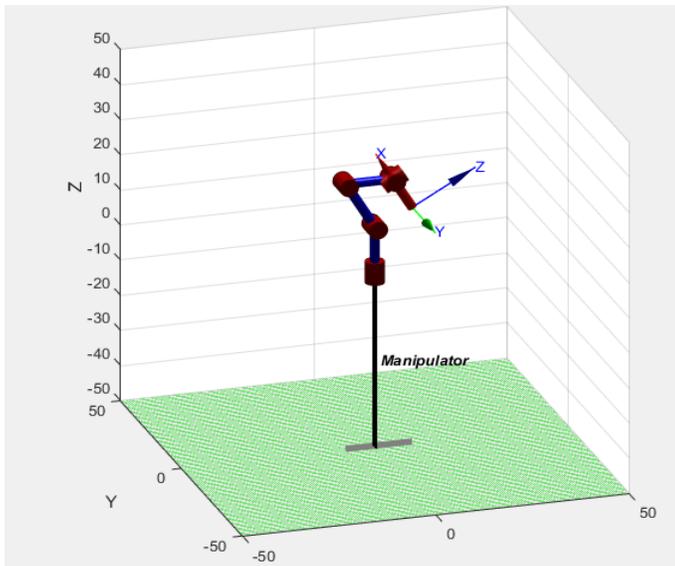
НПО «Андроидная техника»
Специалисты в области робототехники



Ростовский научно-исследовательский онкологический институт.
Специалисты в области малоинвазивной хирургии



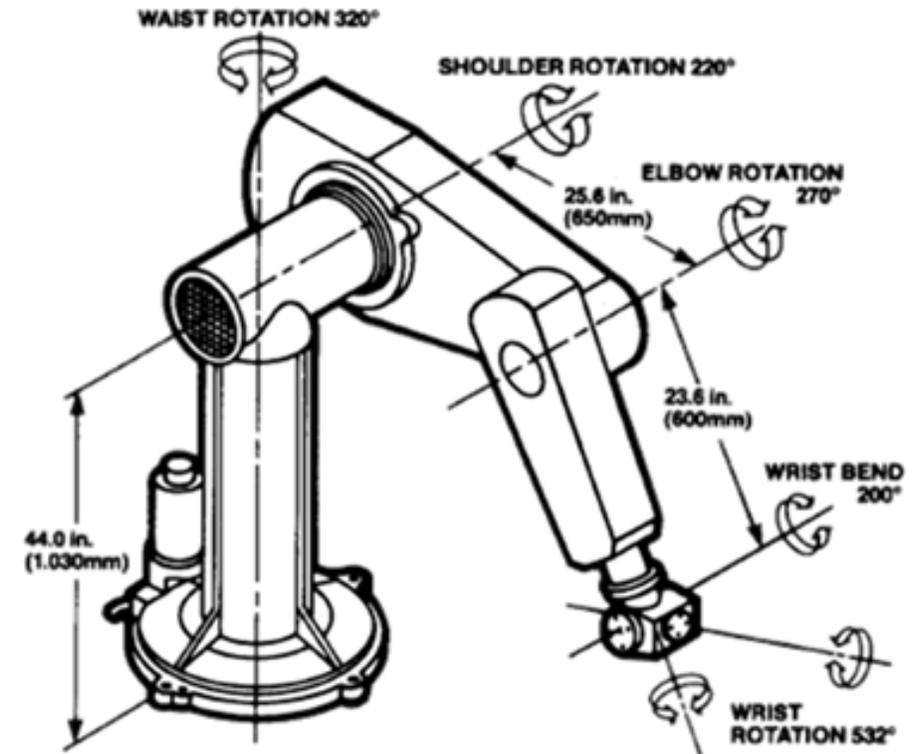
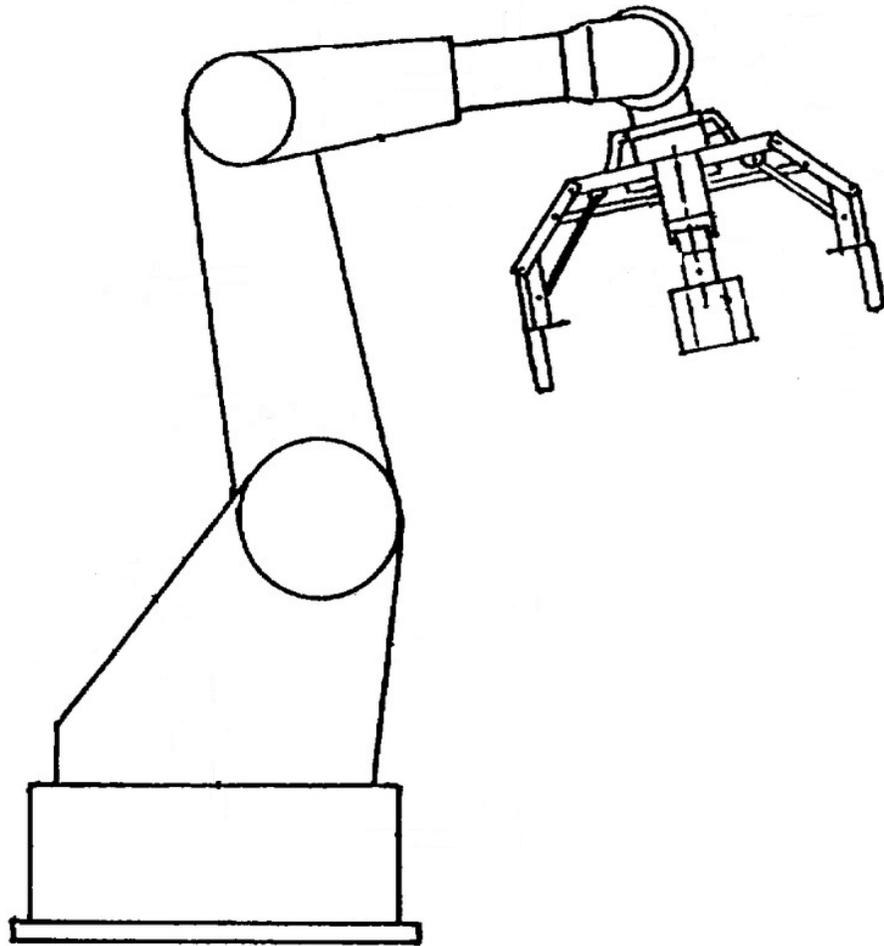
ПОСТРОЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В МАЛОИНВАЗИВНОЙ ХИРУРГИИ



Березкин Алексей Сергеевич,
Магистрант каф. систем автоматического управления
Южного федерального университета

Направление – Медицина будущего

Структура робота-манипулятора



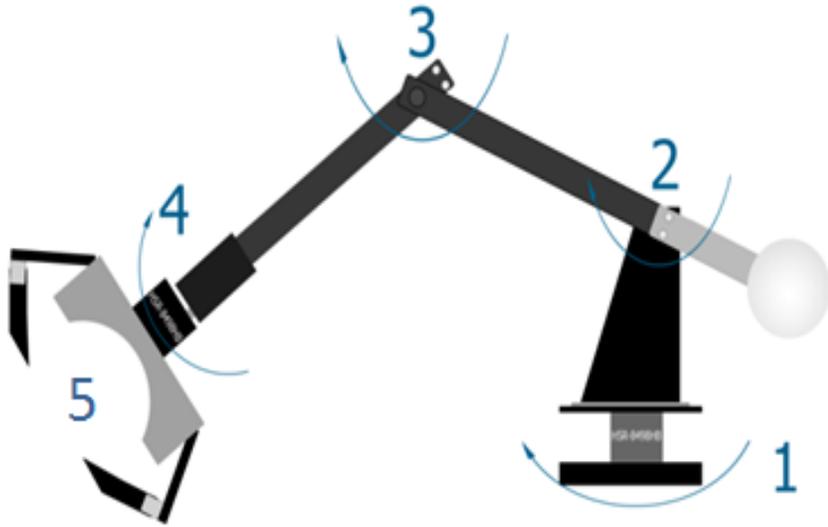
Задачи:

1. Определение параметров звеньев (количество, тип, длина плеча);
2. Определение параметров ИМ (тип привода, угол поворота)

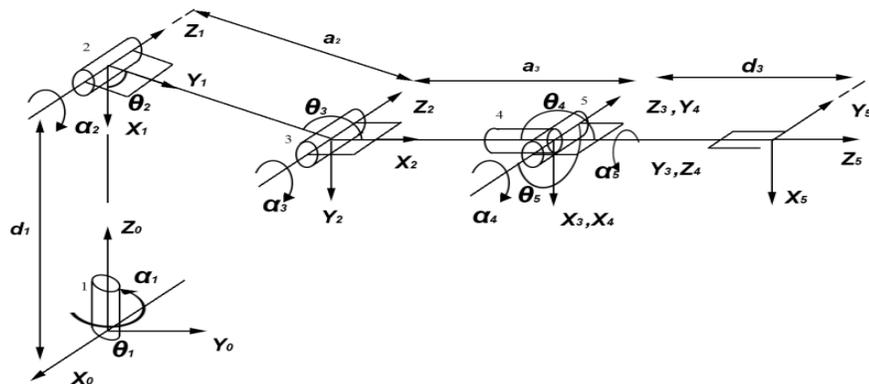
Рассматриваемый робот-манипулятор

Таблица значений параметров звеньев робота-манипулятора

Номер сочленения	θ	d	a	α	Ω
1	q_1	12.8	0	190^0	R
2	q_2	0	15	190^0	R
3	q_3	0	12.2	190^0	R
4	q_4	0	0	190^0	R
5	q_5	0	0	190^0	R



Схематическое представление робота-манипулятора



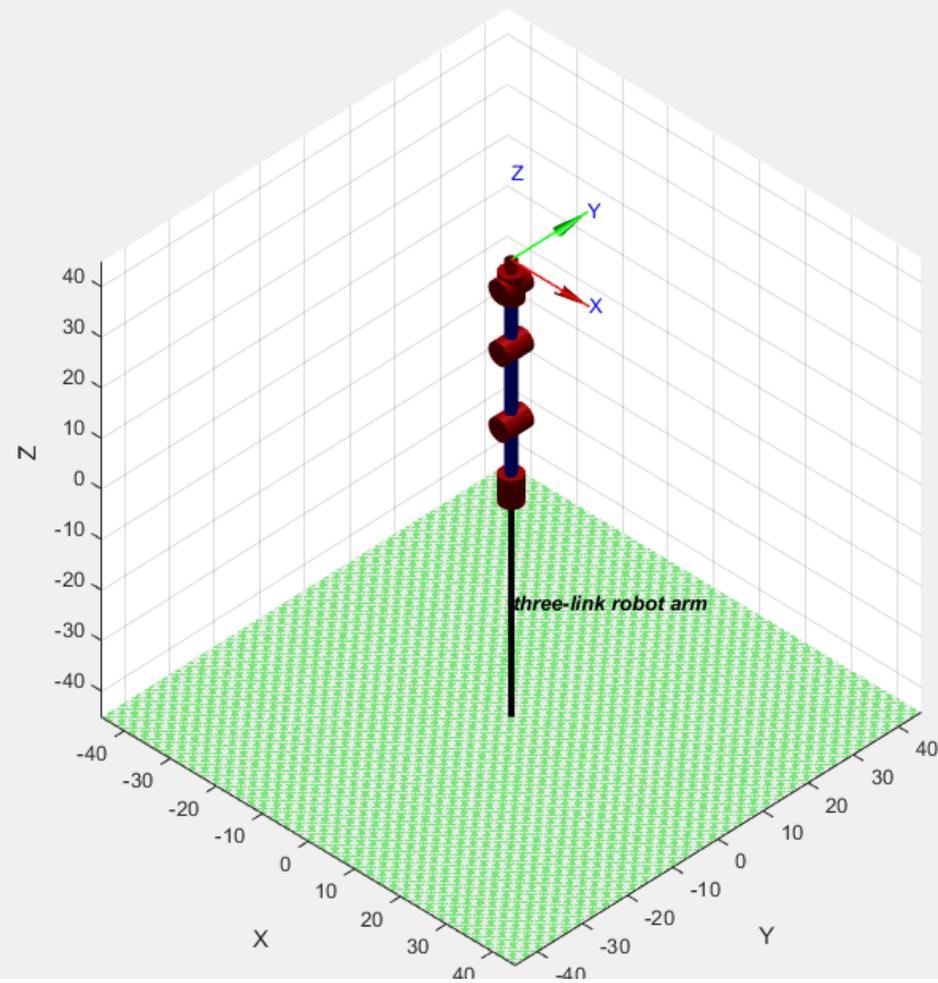
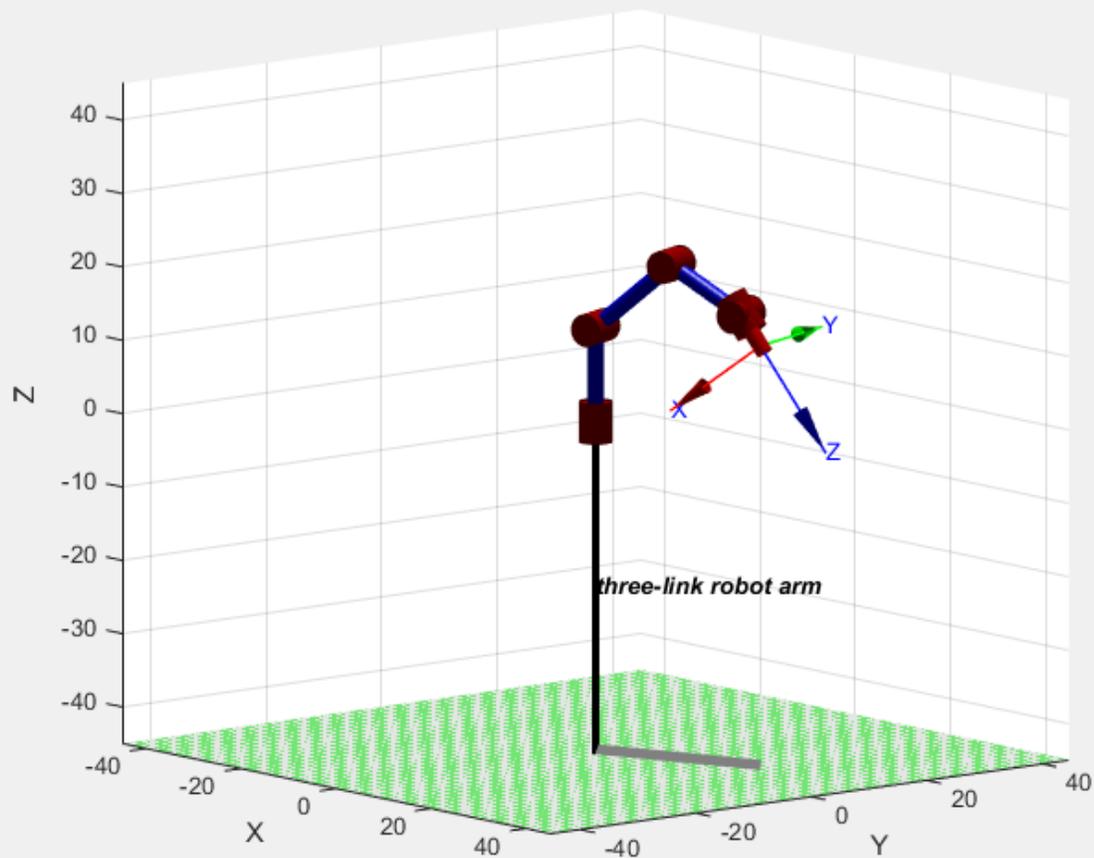
Кинематическая структура манипулятора

Представление Денавита – Хартенберга:

$$A_{i-1}^i = \begin{pmatrix} C\theta_i & C\alpha_i S\theta_i & S\alpha_i S\theta_i & \alpha_i C\theta_i \\ S\theta_i & C\alpha_i S\theta_i & -S\alpha_i C\theta_i & \alpha_i S\theta_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

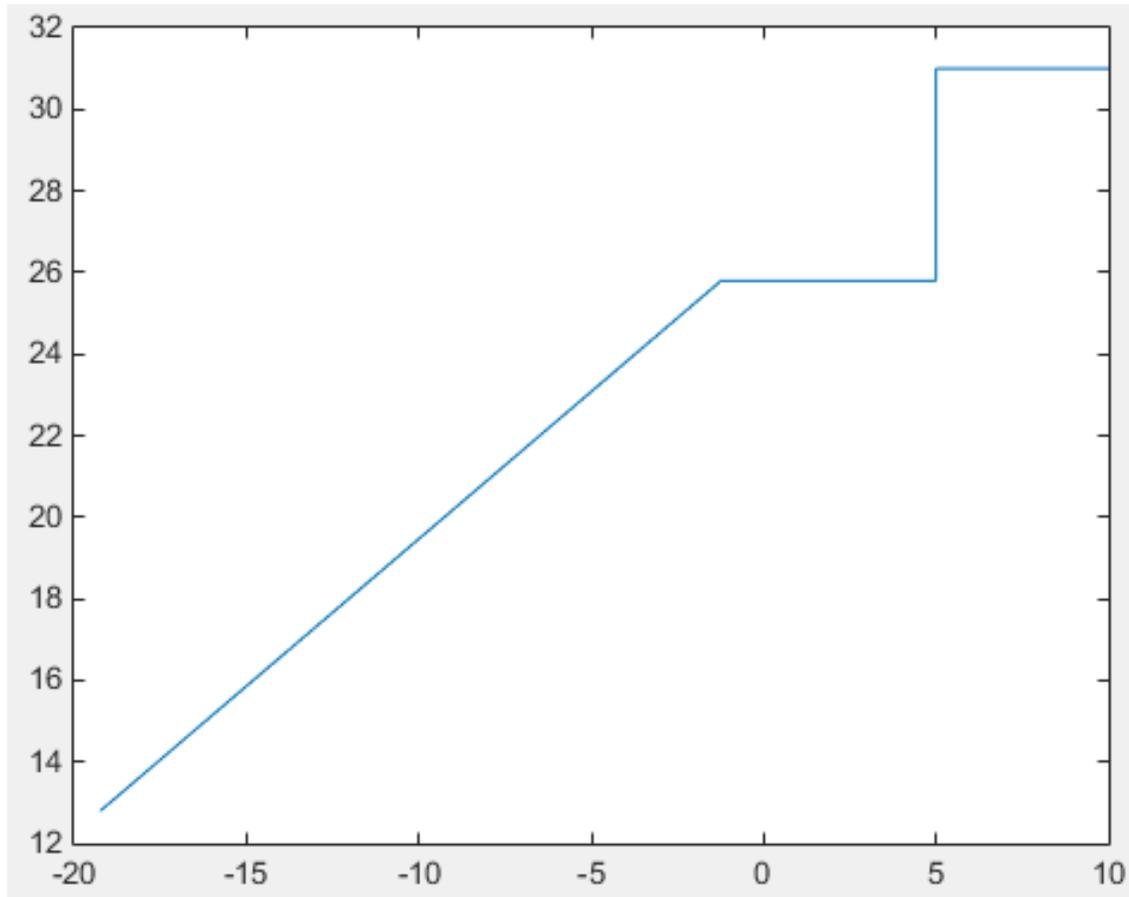
где, $C_i = \cos(\theta_i + \theta_j + \theta_k)$, $S_i = \sin(\theta_i + \theta_j + \theta_k)$

Кинематическая модель манипулятора

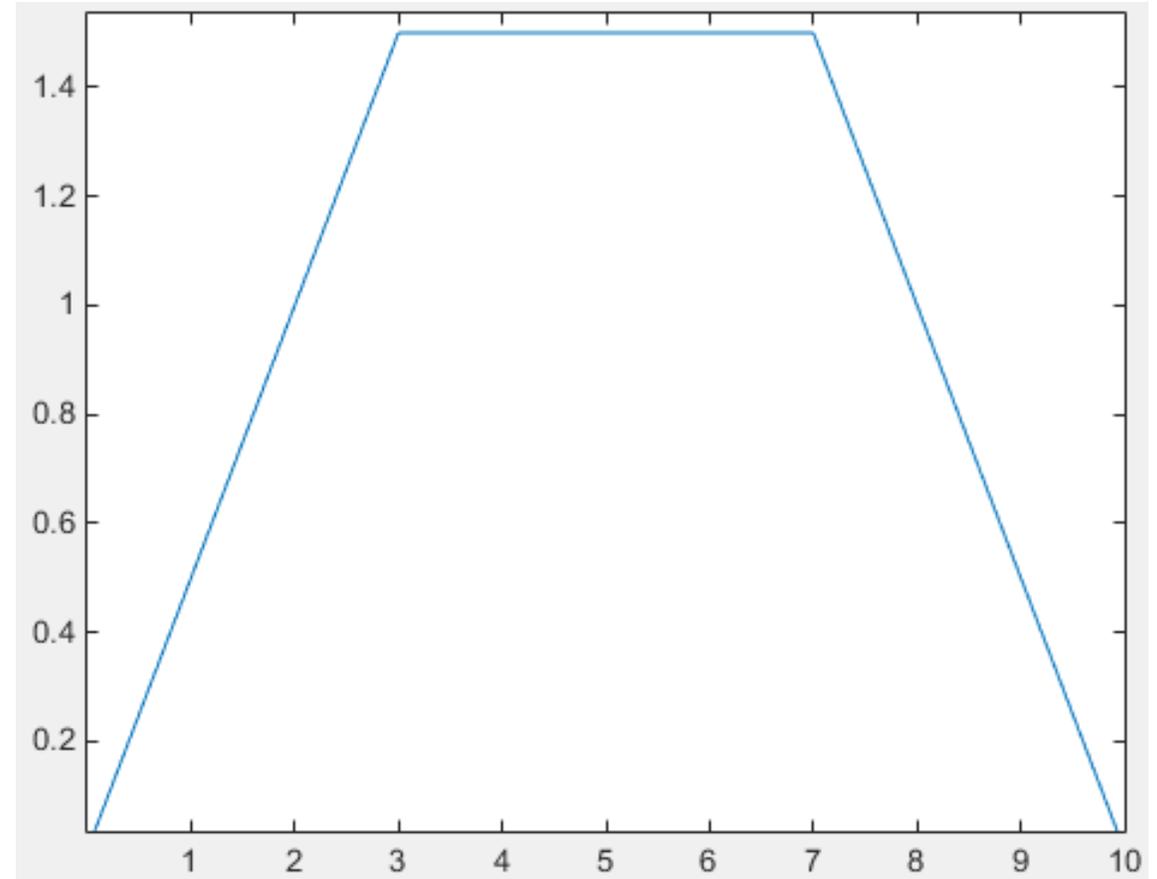


Модель манипулятора в Robotic Toolbox

Результаты моделирования

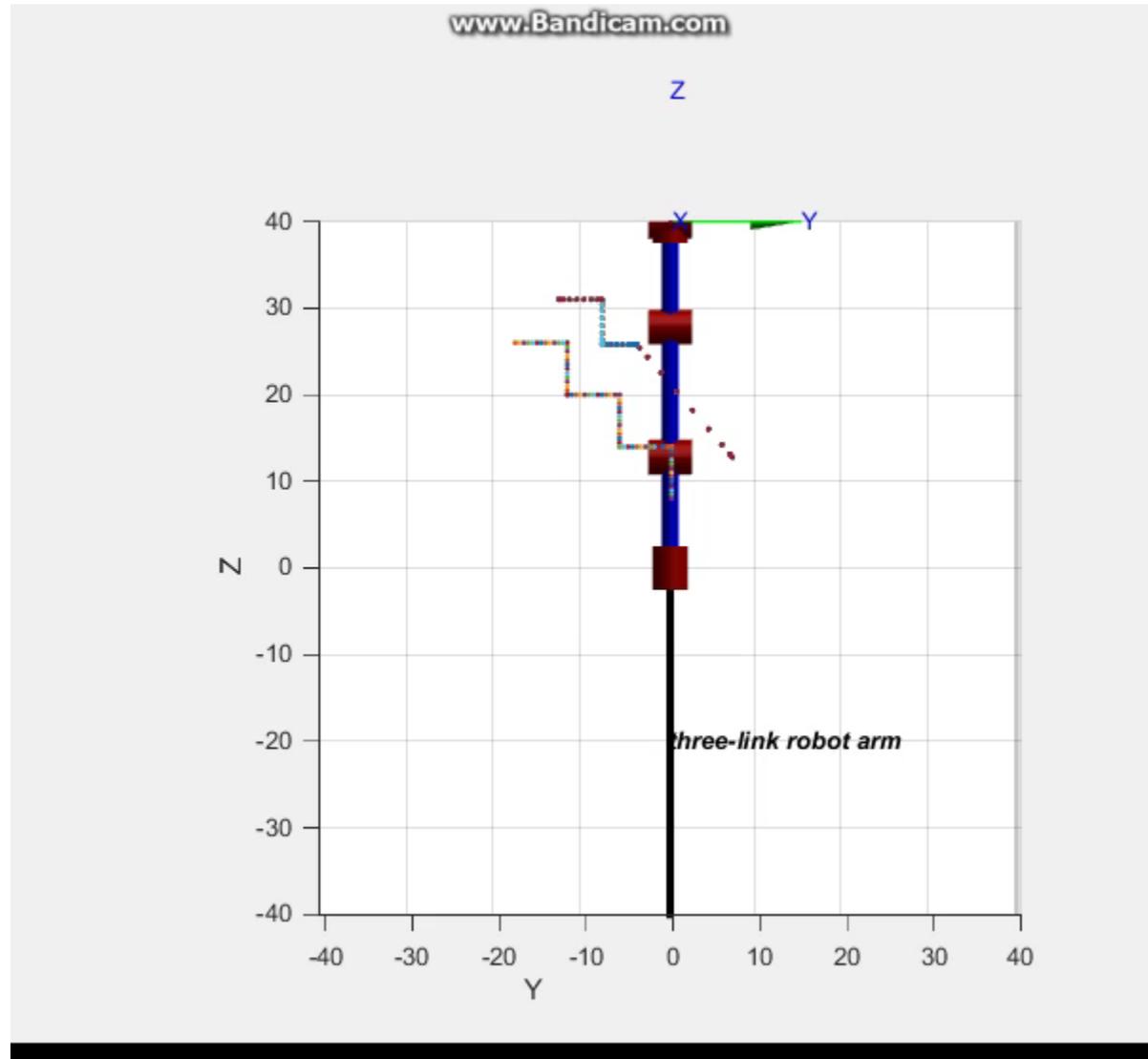


Плоскость yz



Скорость движения рабочего органа ,см/с

Отработка некоторой траектории в плоскости





ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ОСНОВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ РОБОТОХИРУРГИЧЕСКОГО АССИСТЕНТА



Антипин Святослав Олегович,
Магистрант каф. систем автоматического управления
Южного федерального университета

Направление – Медицина будущего

Схематическое изображение манипулятора

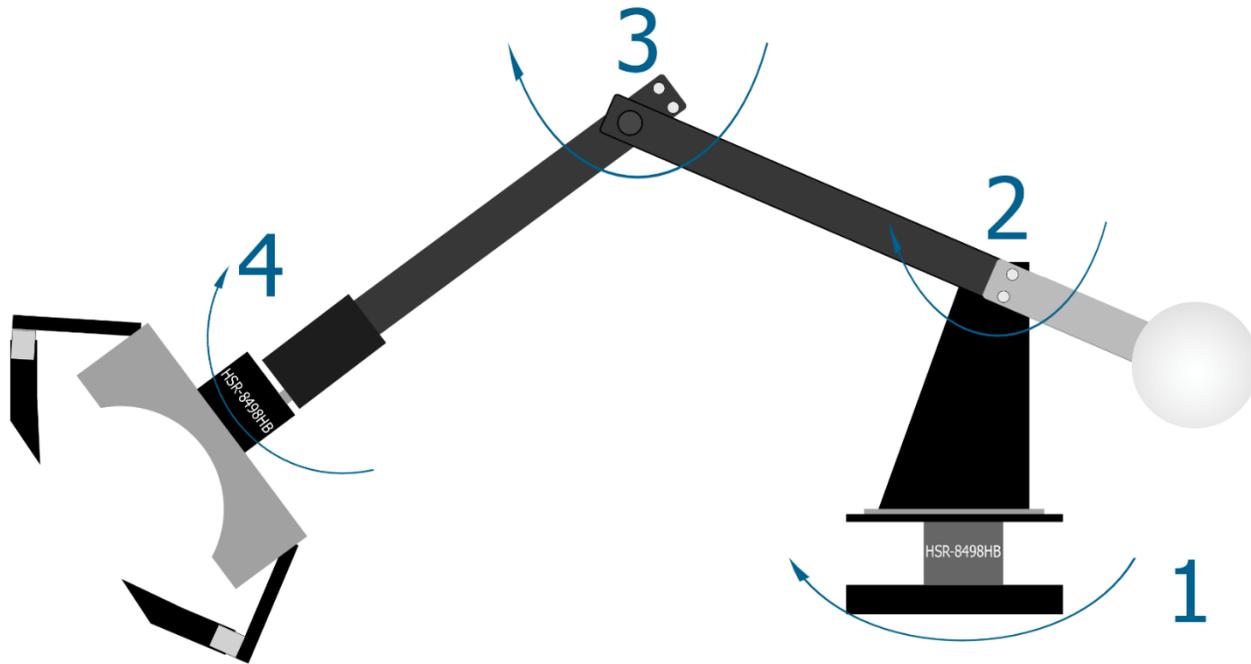


Схема манипулятора

Кол-во сервоприводов:

5 для позиционирования
2 для производства
захвата

Материал каркаса:

алюминий
текстолит

Угол поворота:

190 градусов

Длина подвижной части:

42 см

Высота стойки:

18 см

Сервоприводы



Сервопривод HSR-8498HB

Процессор ATmega8:
2.7V to 5.5V
8K Flash self
reprogrammable
1024 bytes RAM
512 bytes EEPROM
UART 10 bit ADC
4 MHz Clock

Мотор:

Сопротивление – 4.4 Ом

Макс. Ток – 1.35 А при 6 В

1.7 А при 7.4 В

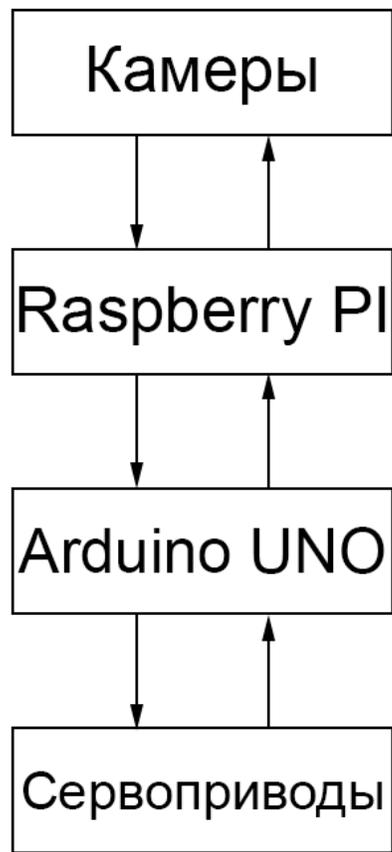
Встроенный драйвер мотора:

2 IRF7389, соединенных мостом

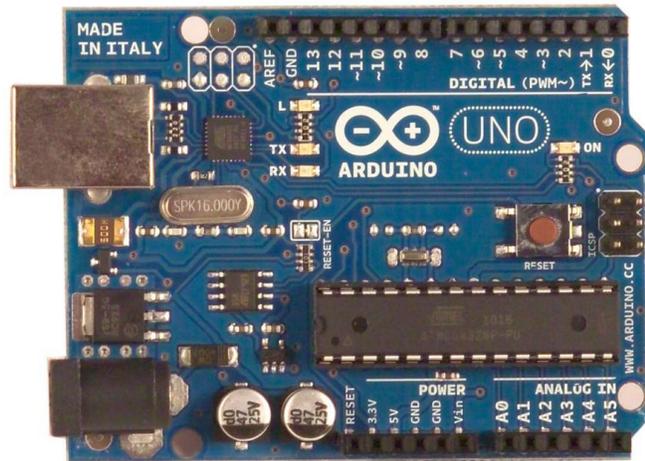
Протокол NMI protocol

- Режимы работы:
 - ШИМ
 - 550 – 2450 мкс
 - Расширенный ШИМ с ОС
 - 50 – 200 мкс
 - Двухнаправленный последовательный интерфейс (19200 бод)
 - 416 мкс

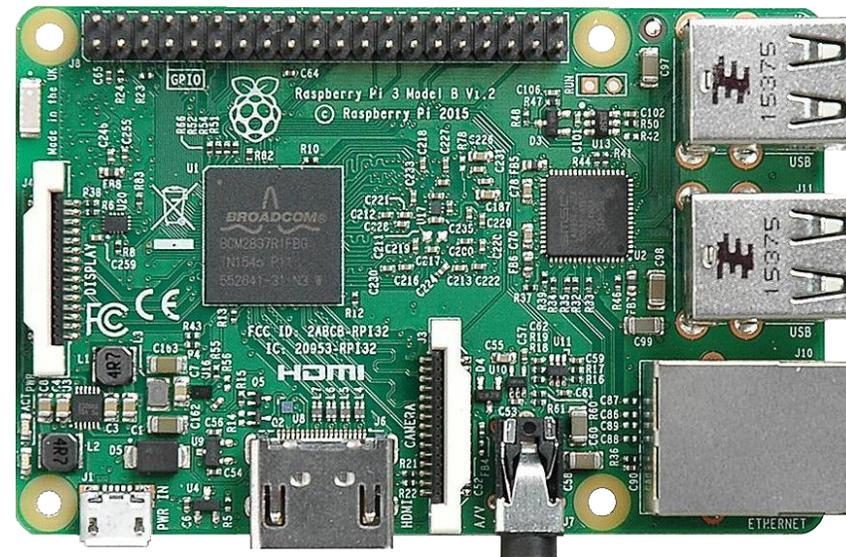
Структура комплекса



Структура комплекса

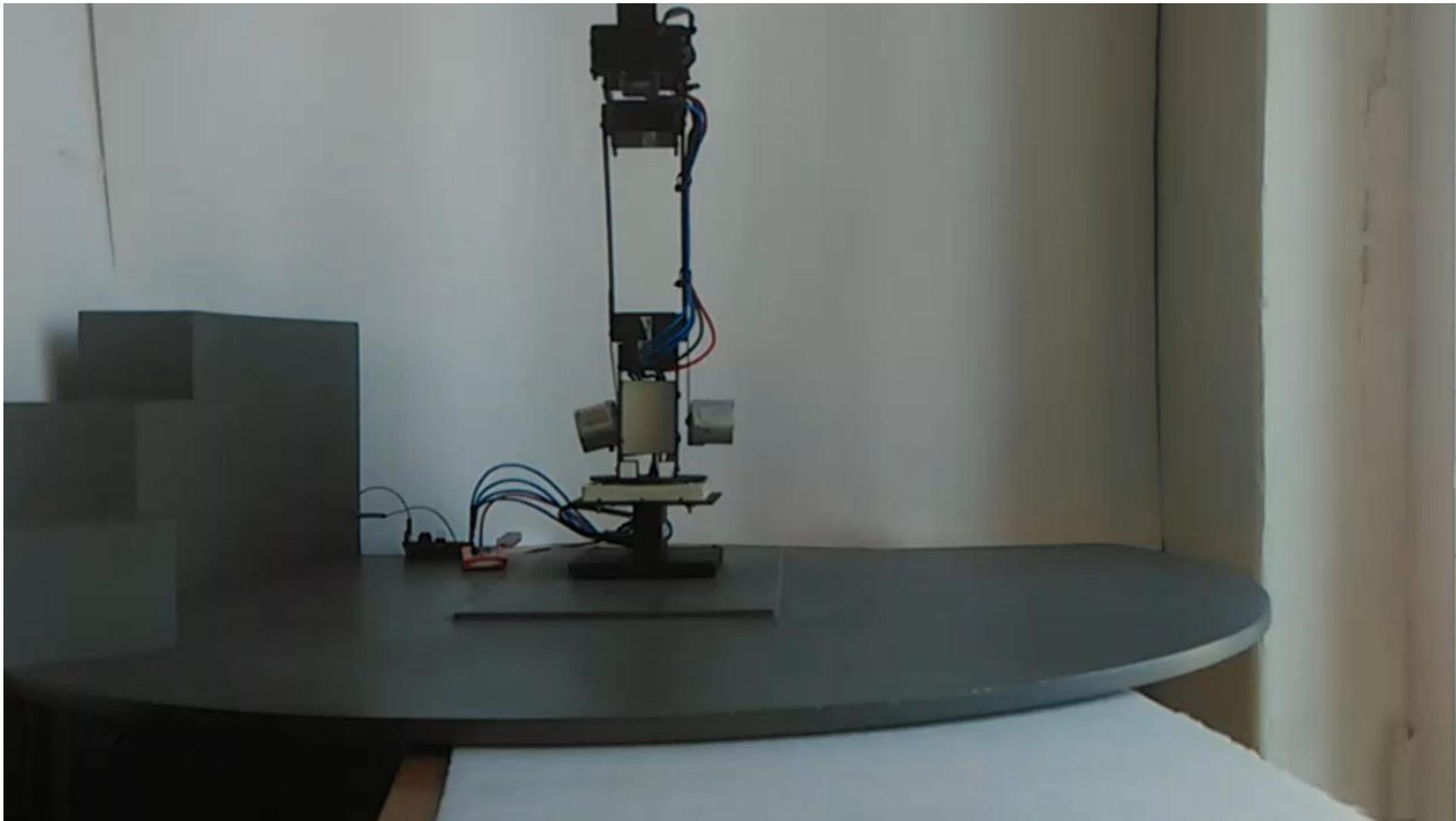


Arduino UNO



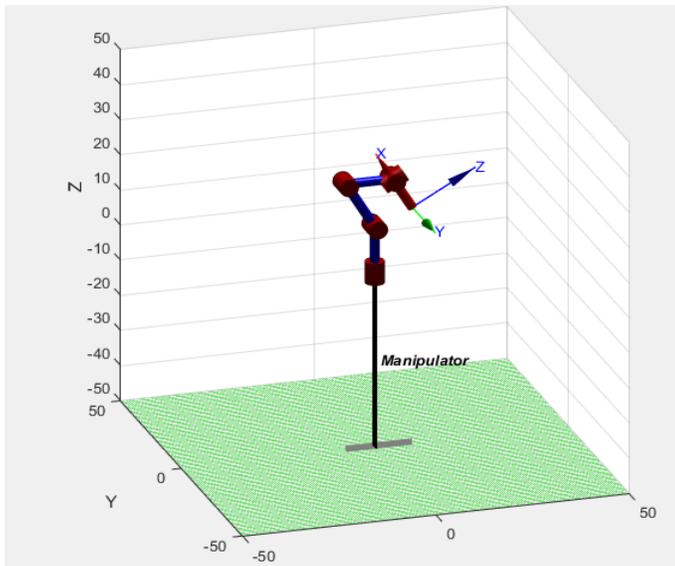
Raspberry Pi 3 model B+

Презентация работы устройства





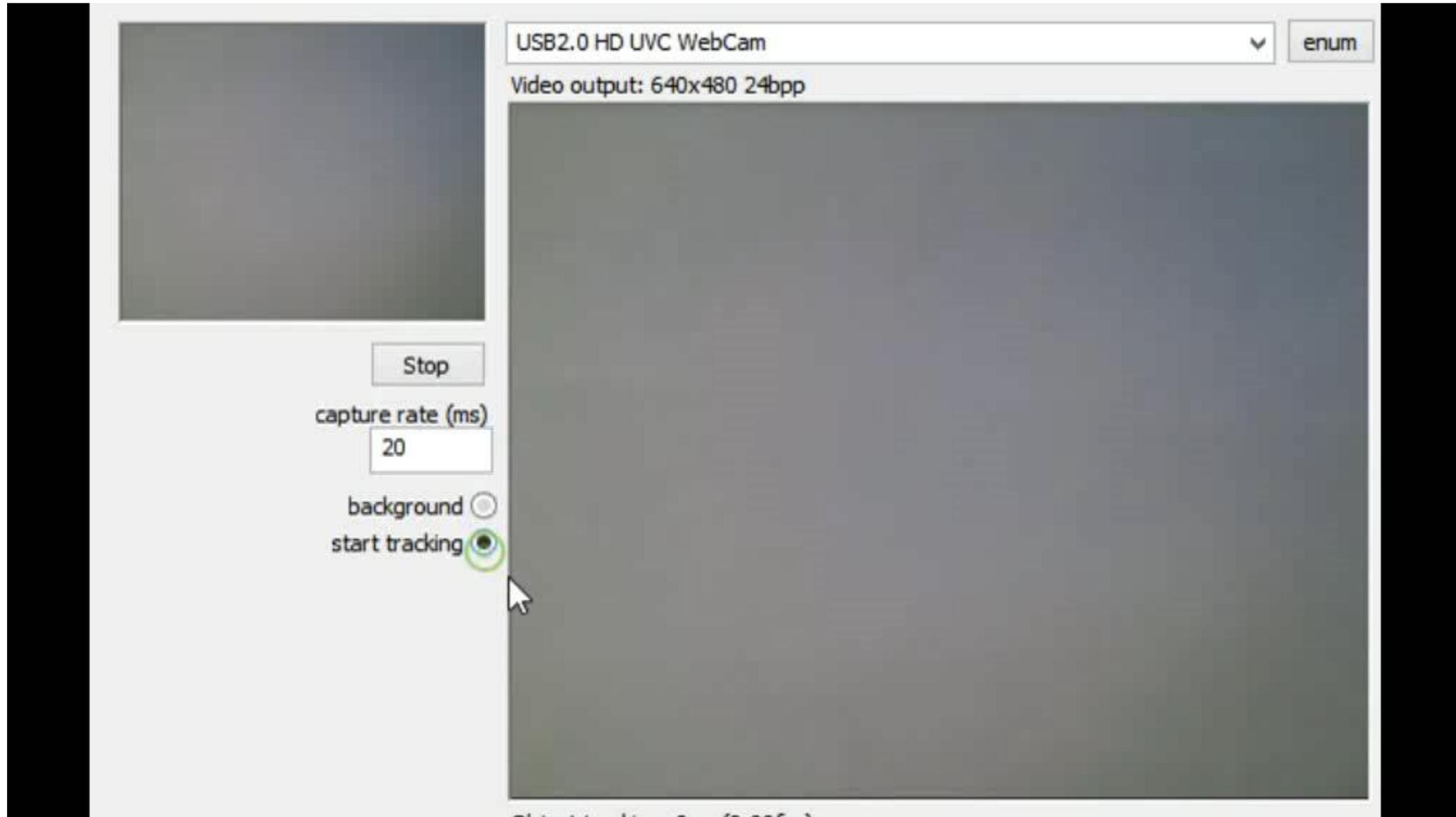
ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ РОБОТА- МАНИПУЛЯТОРА



Сарана Антон Андреевич,
Магистрант каф. систем автоматического управления
Южного федерального университета

Направление – Медицина будущего

Выделение контуров объектов





Контактная информация

Кафедра систем автоматического управления
Южного федерального университета
+7(8634)394474
e-mail: esinyavskaya@sfnu.ru