



СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Интеллектуальные системы управления и обработки информации в автономных робототехнических комплексах

Кабанов Алексей Александрович

Заведующий кафедрой
«Информатика и управление в технических системах»

Основные направления исследований и разработок

Системы управления, использующие информацию, поступающую от видеокамер. Системы технического зрения.

Цель: разработка и исследование алгоритмов технического зрения и управления на основе информации, поступающей от видеокамер.

Продукт: новые алгоритмы для систем управления, качественно превосходящие по точности и быстродействию существующие аналоги.

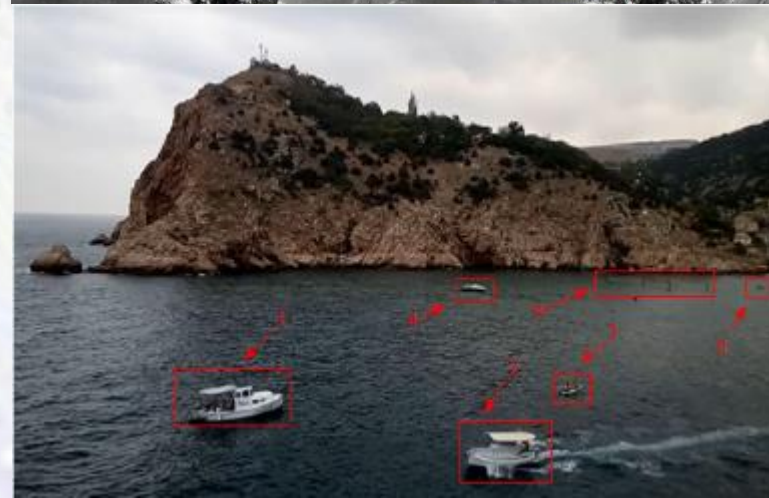
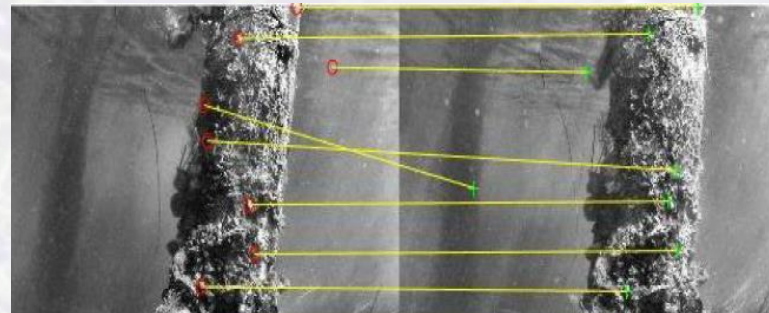
Возможное прикладное назначение:

Автономные системы видеонаблюдения за надводным, подводным и воздушным пространством; обнаружение и распознавание морских, воздушных и наземных объектов и их видео сопровождение; информационное обеспечение для управления судами; системы предотвращения столкновений, поиска и спасения на морской поверхности; мониторинг областей наблюдения; принятие решений по видео изображениям в реальном масштабе времени; интеллектуальные системы управления мобильными роботами..

Задел:

Проект № RFMEFI57817X0259 (ФЦП 1.3) «Создание маломерного научно-исследовательского судна....»

Проект № RFMEFI57818X0264 (ФЦП 1.3) «Разработка и исследование подводного робототехнического комплекса»



Интеллектуальные системы управления и обработки информации

Цель: разработка и исследование алгоритмов синтеза интеллектуальных систем управления и обработки информации.

Продукт: новые алгоритмы синтеза интеллектуальных систем, в т.ч.

- новые алгоритмы обучения нейронных сетей и нейро-фаззи систем, в основе которых лежит нелинейная оптимизационная задача с априорной информацией только о нелинейно входящих параметрах
- новые алгоритмы для систем управления, дающие возможность оценки в реальном времени вероятности наступления контролируемого критического события

Возможное прикладное значение:

- при управлении подвижными объектами: летательными аппаратами, надводными судами и подводными аппаратами, мобильными роботами. Каждый такой объект нормально функционирует в некоторой ограниченной области параметров, выход на границу которой является критическим событием. Метод позволяет заблаговременно прогнозировать и оценивать вероятность наступления такого критического события, что дает возможности прогноза в режиме онлайн таких явлений, как сваливание летательного аппарата, критический угол крена судна и т.п.
- алгоритмы обучения могут быть использованы в режимах последовательной и пакетной обработки; в качестве частного случая, из них, следуют известные алгоритмы, а моделирование показывает, что разработанные алгоритмы могут превосходить их по точности и скорости сходимости.

Задел:

Х/д «Разработка математических моделей и алгоритмов управления системой наведения АБМ-М30мхх» (2015-2016),
Заказчик – НТЦ «Импульс-2»

Проект № RFMEFI57818X0264 (ФЦП 1.3) «Разработка и исследование подводного робототехнического комплекса»

Грант РФФИ № 17-11-01220 (2017-2019) Численно-аналитические методы в нелинейных системах управления.

Грант РФФИ №15-08-06859 (2015-2016) Композиционный синтез робастных и адаптивных систем управления

Лабораторная база



В феврале 2018 г. на базе СевГУ была создана лаборатория антропоморфной робототехники, которая оснащена в том числе уникальным оборудованием - робототехническим комплексом, состоящим из:

- ❑ торсовый антропоморфный робот SAR-400 с двумя манипуляторными модулями и пятизвенными захватами (левая и правая руки);
- ❑ головной модуль с системой стерео зрения;
- ❑ задающее устройство копирующего типа с обратной силомоментной связью;

В 2020 году планируется завершить работы по созданию лабораторного комплекса для проведения испытаний элементов и подсистем подводного РТК. Комплекс включает в себя:

- ❑ композитный аквариум (размер 3360x2350x2210 мм)
- ❑ вспомогательное оборудование (передвижная лебедка для погружения в аквариум объектов весом до 300 кг)
- ❑ средства определения основных параметров и видео регистрации результатов экспериментов



Проект, реализуемый в партнерстве с НПО «Андроидная техника»



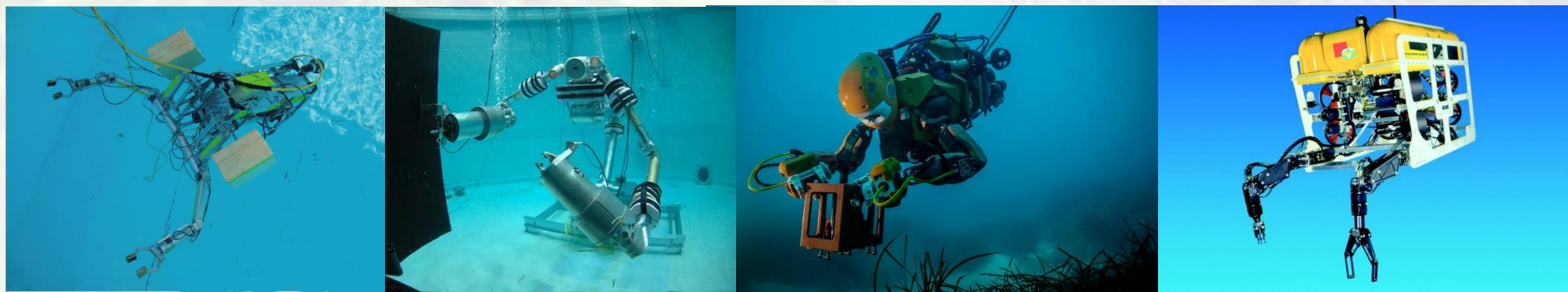
Разработка и исследование робототехнического комплекса для выполнения подводно-технических работ в условиях ограниченной видимости с использованием комплексной системы 3D зрения высокого разрешения

Цель:

Создание манипуляторного робототехнического комплекса антропоморфного типа для выполнения подводно-технических работ в условиях ограниченной видимости на базе системы 3D зрения высокого разрешения.

Разработанная технология позволит:

- исключить непосредственное участие человека при выполнении опасных подводно-технических работ;
- повысить точность выполняемых действий без участия человека за счет построения новых алгоритмов управления;
- перейти к автоматизации и повысить уровень автономности при выполнении подводно-технических работ для заданных сценариев и миссий действия;
- создавать отечественные конкурентоспособные образцы подводной робототехники, необходимые для эффективной эксплуатации морской инфраструктуры, исследований морского дна в целях геологоразведки или поиска артефактов и др.



Стратегическое видение развития проекта



2020

Разработка ключевых подсистем подводного робота



2025

Создание опытного образца подводного робота высокой степени автономности



2030

Формирование сегмента международного рынка подводной робототехники

Основные задачи в рамках горизонта 2020:

Задача 1. Создание экспериментального образца робототехнического комплекса (РТК).

Задача 2. Разработка системы подводного 3D зрения на базе комплексирования оптических и гидроакустических средств.

Задача 3. Разработка системы согласованного управления движениями подводных манипуляторов робота в автоматическом режиме, алгоритмов взаимодействия при групповой работе.

Задача 4. Построение нейро-нечеткого управления подводным манипулятором на основе обучения системы по действиям оператора.

Задача 5. Создание специализированного лабораторного стенда и компьютерного симулятора для отладки алгоритмов.

Задача 6. Разработка программы и методики испытаний робототехнического комплекса.

Задача 7. Разработка технического задания (ТЗ) на разработку РТК в виде ТЗ на ОКР

Подводные системы технического зрения

Продукт:

Подводный модуль стереозрения с цифровыми камерами высокого разрешения (fullHD).

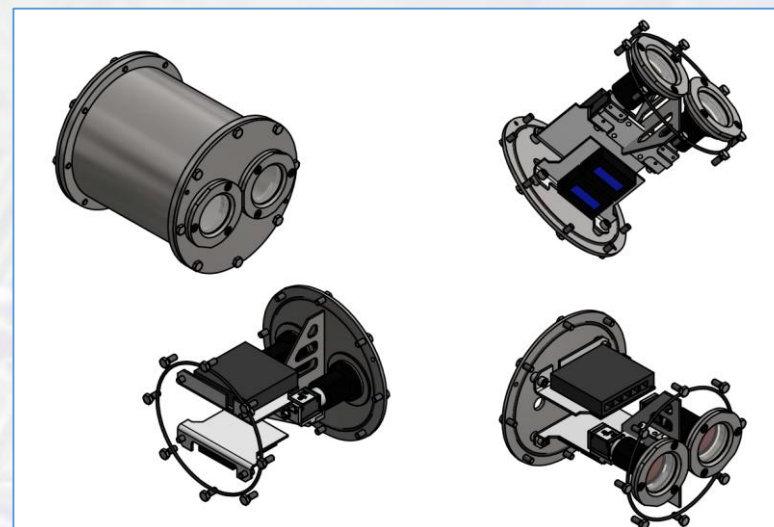
Основные характеристики модуля:

- Глубина погружения - до 100 м
- Габариты – длина 330 мм, диаметр 238 мм
- Скорость передачи данных - До 1000 Мбит/с
- Интерфейс передачи данных – Ethernet
- Напряжение электропитания - +24 В $\pm$ 20%
- Возможно крепление модуля основного и дополнительного освещения

Основные параметры видеокамер:

- Разрешение - 1920x1080 пикселей
- Цветность изображения – цветное
- Фокусное расстояние – 9,0 мм
- Углы обзора по горизонтали и вертикали - 70 и 48 градусов, соответственно.

В комплекте предоставляется программное обеспечение (ПО), предназначенное для управления настройками модуля стереозрения. ПО также позволяет осуществлять съемку синхронизированных по времени стереоизображений, съемку серии снимков с заданным интервалом и автоматическим сохранением.



Подводные системы технического зрения

Продукт:

Универсальный одиночный подводный модуль зрения с цифровой камерой высокого разрешения (fullHD).

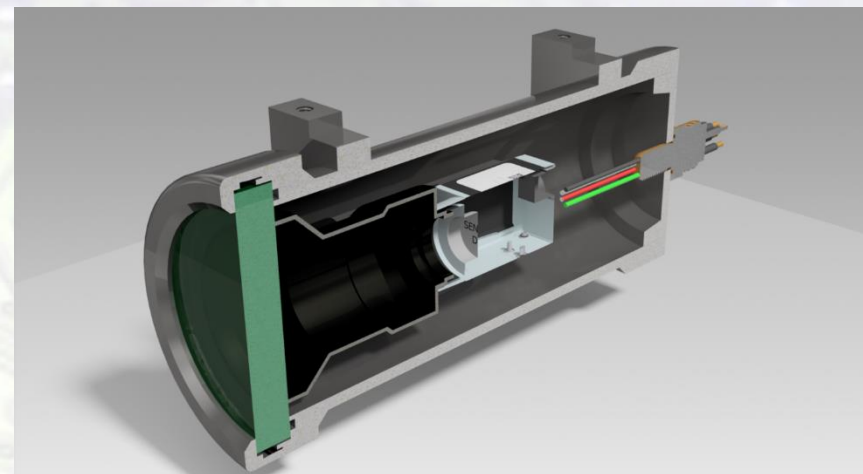
Основные характеристики модуля:

- Глубина погружения - до 1000 м
- Габариты – длина 195 мм, диаметр 74 мм.
- Скорость передачи данных - До 1000 Мбит/с
- Интерфейс передачи данных – EtherNet
- Напряжение электропитания - +24 В $\pm$ 20%

Основные параметры видеокамеры:

- Разрешение - 1920x1080 пикселей
- Цветность изображения – цветное
- Фокусное расстояние – 9,0 мм
- Углы обзора по горизонтали и вертикали – 70 и 48 градусов, соответственно.

Из нескольких универсальных модулей можно создать стереосистему подводного зрения с любым заданным межосевым расстоянием.

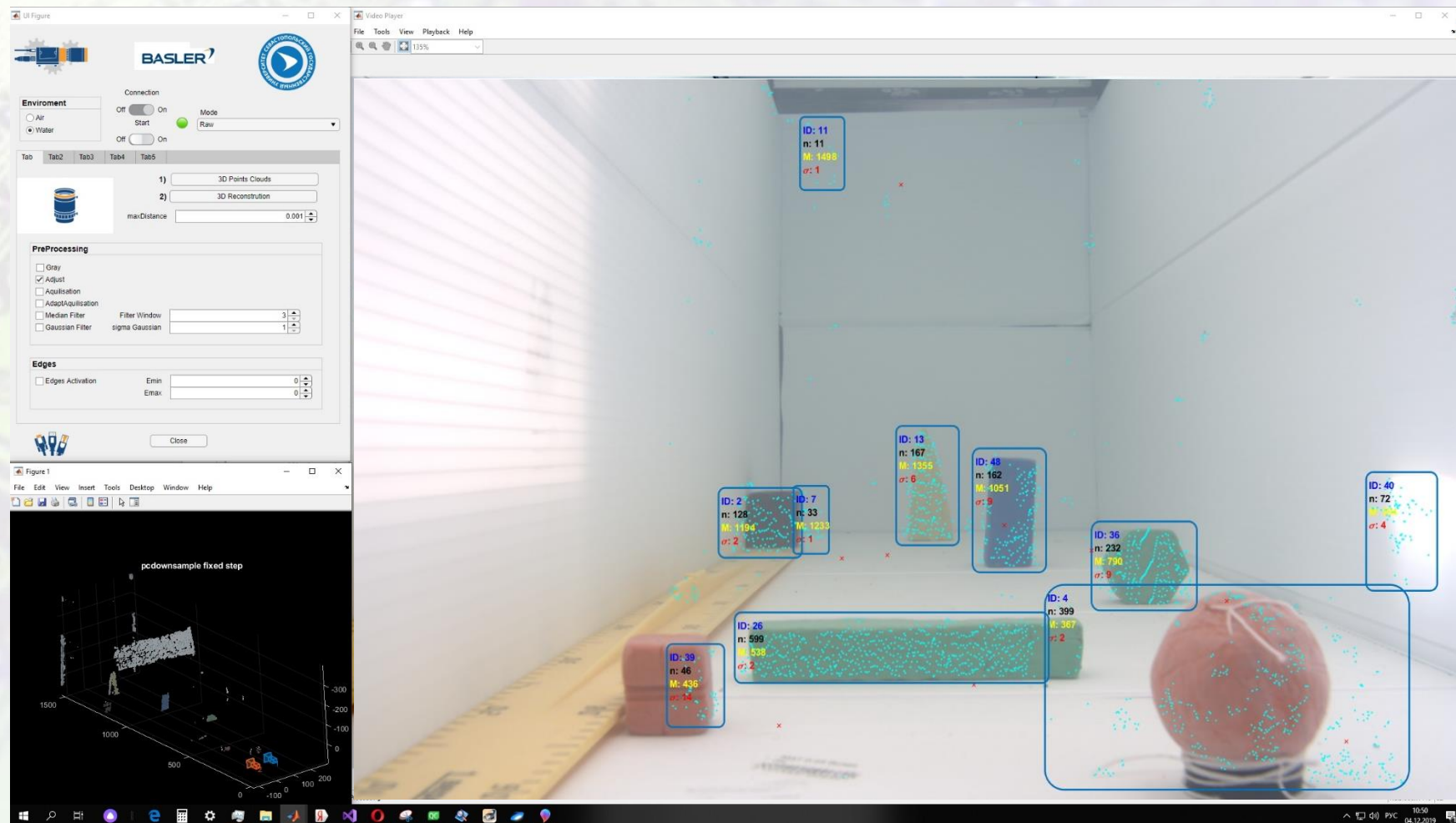


Подводные системы технического зрения

Дополнительные функции систем зрения:

- обнаружение и распознавание подводных объектов и их видео сопровождение;
- автоматическое определение основных габаритных характеристик обнаруженных объектов (размер, расстояние до объекта, границы и форма).
- мониторинг областей наблюдения и информационное обеспечение оператора ТНПА (в т.ч. построение карты обзорного пространства с нанесением обнаруженных объектов);

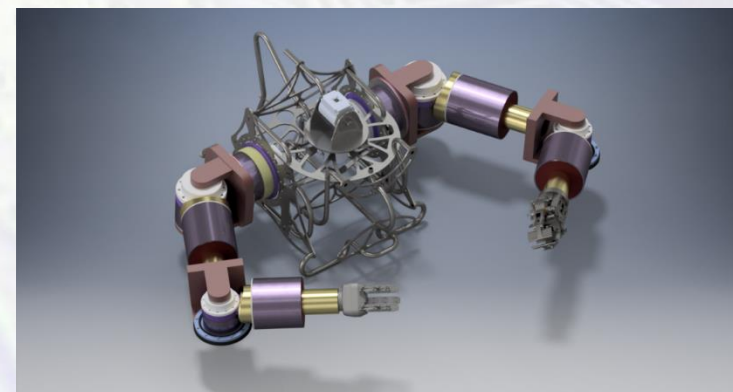
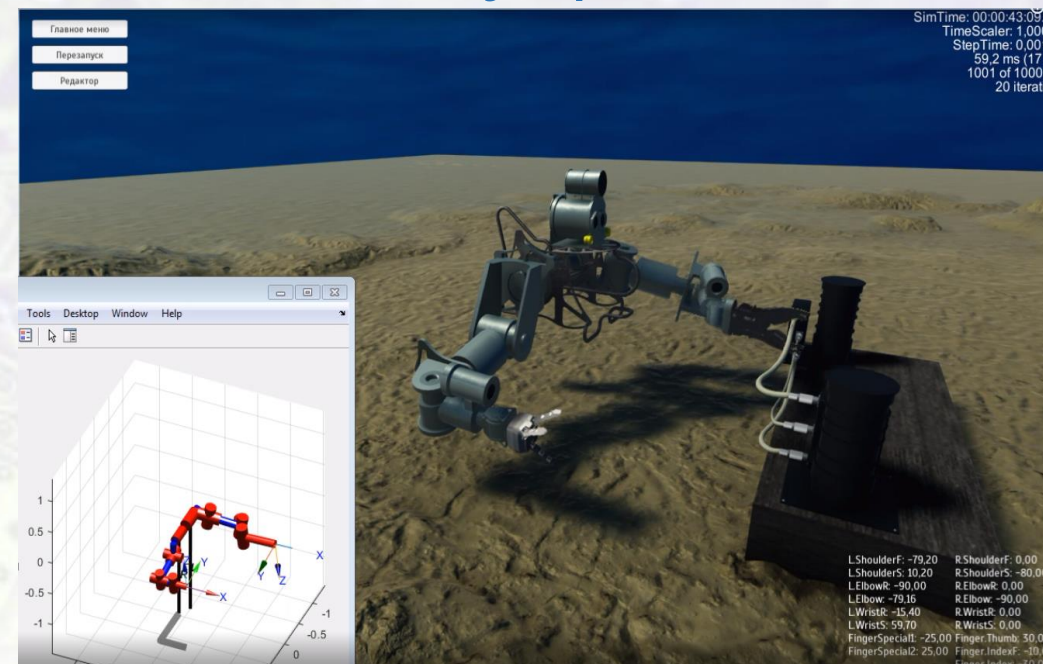
Указанные функции достигаются за счет применения и программной реализации специальных алгоритмов обработки изображений.



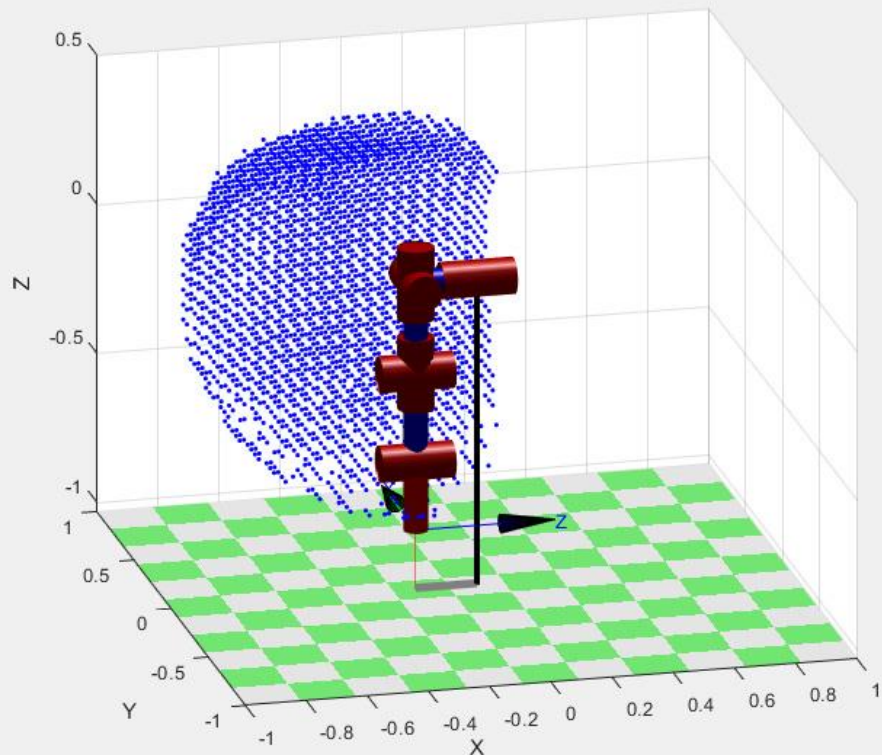
Подводные манипуляторы и система управления

Основные характеристики экспериментального образца манипуляторного РТК:

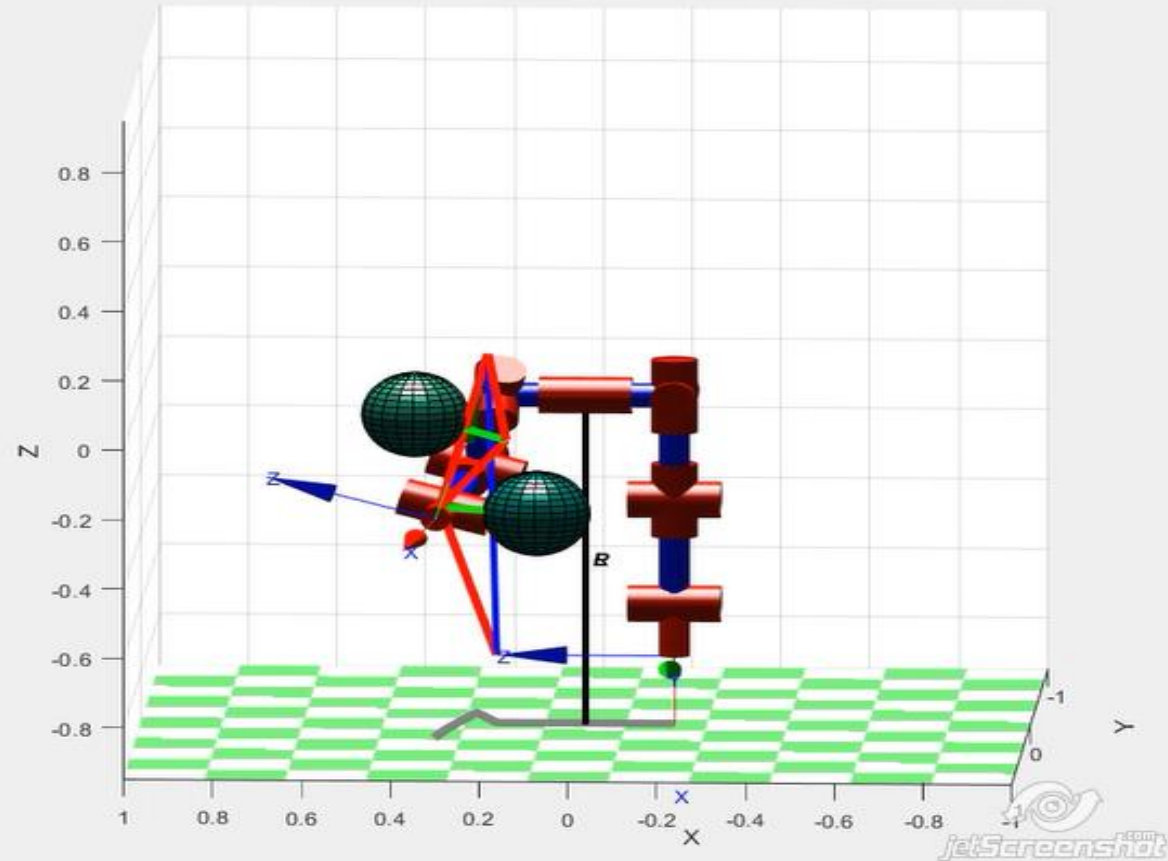
- глубина погружения – до 20 м;
- число манипуляторов – 2;
- число степеней подвижности каждого манипулятора – 5;
- вид приводов – электрические;
- разновидность рабочих органов – специальный рабочий орган и универсальный захват с тройной группой звеньев;
- назначение специального рабочего органа – воздействие на внешние объекты с усилием не более 200 Н;
- назначение универсального захвата – манипулирование объектами массой не более 10 кг;
- способ управления манипуляторами – задающее устройство копирующего типа;
- возможность автоматического выполнения действий – есть при выполнении простых сценариев с заранее определенной внешней обстановкой рабочего пространства;
- возможность обучения системы управления по действиям оператора – есть.



Подводные манипуляторы и система управления



Моделирование рабочей зоны манипулятора



Моделирование обхода препятствий