

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМ. В.А.ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

<http://www.ipu.ru>



ТНПА «Малахит»



Владивосток, 2018

Соревнования
по морской
робототехнике

Морские робототехнические системы

Москва – Владивосток, 2018 г.

117997, Москва, ул. Профсоюзная, 65. dan@ipu.ru, +7 (495) 334-89-10

Мотивация

- **ФПИ объявил** о проведении соревнований по морской робототехнике.
- **ИПУ имеет опыт разработки робототехнических систем** и имеет в своем распоряжении аппарат «РБ-50» для проведения подводных научных исследований.

Для участия в соревновании предлагается аппарат «Малахит», построенный на основе имеющегося аппарата.

При этом обеспечивается:

- Возможность выполнения конкурсных заданий,
(исходная комплектация РБ-50 функционально не удовлетворяет этому условию)
- Апробация проводимых исследований и разработок в области компьютерного зрения, машинного обучения и управления мобильными роботами «под водой».

Подводный аппарат «РБ-50»

Комплектация

- Кабель (не более 50 метров)
- Цветная аналоговая камера
- 3 лампы для освещения
- 3 винта на магнитной муфте
- Джойстик управления
- Монитор оператора
- Датчик глубины



Применение

- Осмотровые работы
- Стоячая вода (возможны небольшие течения)
 - пресные водоемы (реки, озера, колодцы, бассейны)
 - на море (пирсы, яхты, небольшие суда)



Достоинства и недостатки «РБ-50»

Достоинства

- Компактные габариты (34x29x28 см, 5.4 кг)
- Низкая цена (около 100 тыс. руб.)
- Низкое (безопасное, 48В) напряжение

Недостатки

- Отсутствие вспомогательных режимов движения (непрограммируемое управление, нет курсовой устойчивости, функция автохода невозможна)
- Аналоговая камера низкого разрешения (вращается только вертикально)
- Отсутствие дополнительного оборудования (манипулятор, сонар, ИНС)
- Низкая скорость и поворотливость (до 0.6 м/с)
- Неточные показания датчика глубины (0,2/0,5 м + дрейф нуля)
- и др.

Особенности ТНПА «Малахит»

ТНПА «Малахит» является модернизированной версией серийного подводного аппарата «РБ-50».

Исследованы возможности применения следующих решений:

- Программируемая прошивка устройства (возможность расширять функциональные возможности устройства).
- Стабилизация движения (инерциальные датчики, визуальная одометрия)
 - отсутствие автопилота и курсовой устойчивости затрудняет использование исходной комплектации подводного аппарата (длинный жесткий «хвост» отклоняет курс)
- Манипулятор (хватание/бросание/перемещение/чистка объектов)
 - необходимое устройство для участия в конкурсе
- Видеоаналитика (детектирование и распознавание объектов)
 - помощь оператору в поиске определенных объектов и работе с ними
- Беспроводное управление подводным роботом
 - запутывание провода затрудняет работу оператора и требует «дополнительных рук»

Программируемая управляющая платформа

ТНПА «Малахит» получил следующие компоненты в управляющую часть:

- Arduino Mega 2560 (программируемый микроконтроллер)
- Multiservo Shield (управление сервомоторами, до 12 шт.)
- IMU 9dof (акселерометр, гироскоп, компас)
- UART-RS485 Converter (телеметрия, управляющие команды)
- Motor Driver (16V, 9A)
- Датчик глубины MPX5700GP (до 70 метров, 1.5% ошибка)



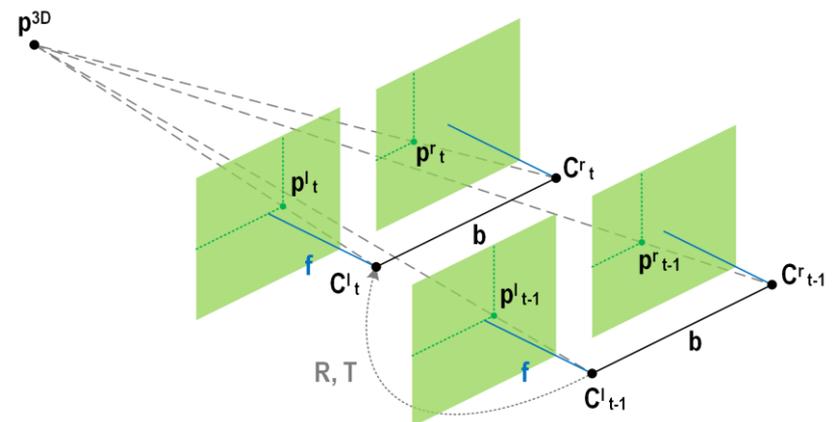
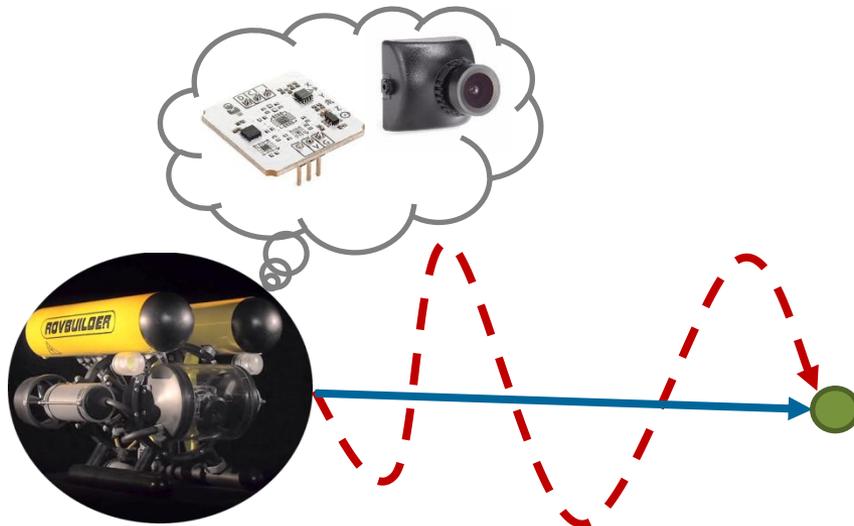
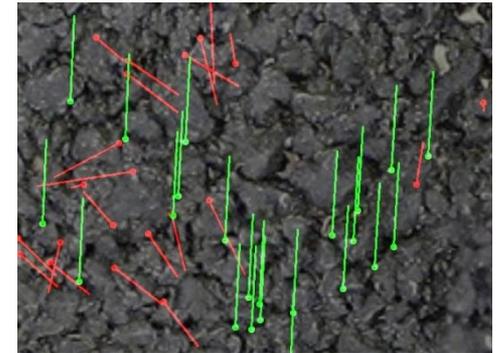
Стабилизация движения

Стабилизация реализуется по технологии SensorFusion

на основе данных с инерционных датчиков и вычисленных перемещений на основе визуальной одометрии (используется как дополнительная функция в случае достаточной видимости и наличия особых точек).

Обеспечивается:

- Удержание аппаратом заданной глубины.
- Курсовая устойчивость.
- Поддержка заданной скорости.



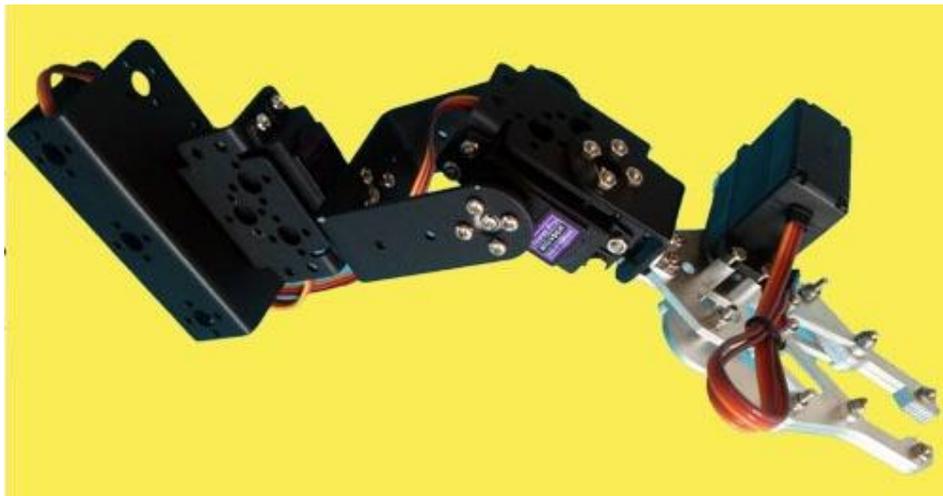
Манипулятор подводного аппарата

Для выполнения некоторых заданий конкурса необходим манипулятор, которого в исходной конфигурации подводного аппарата не было.

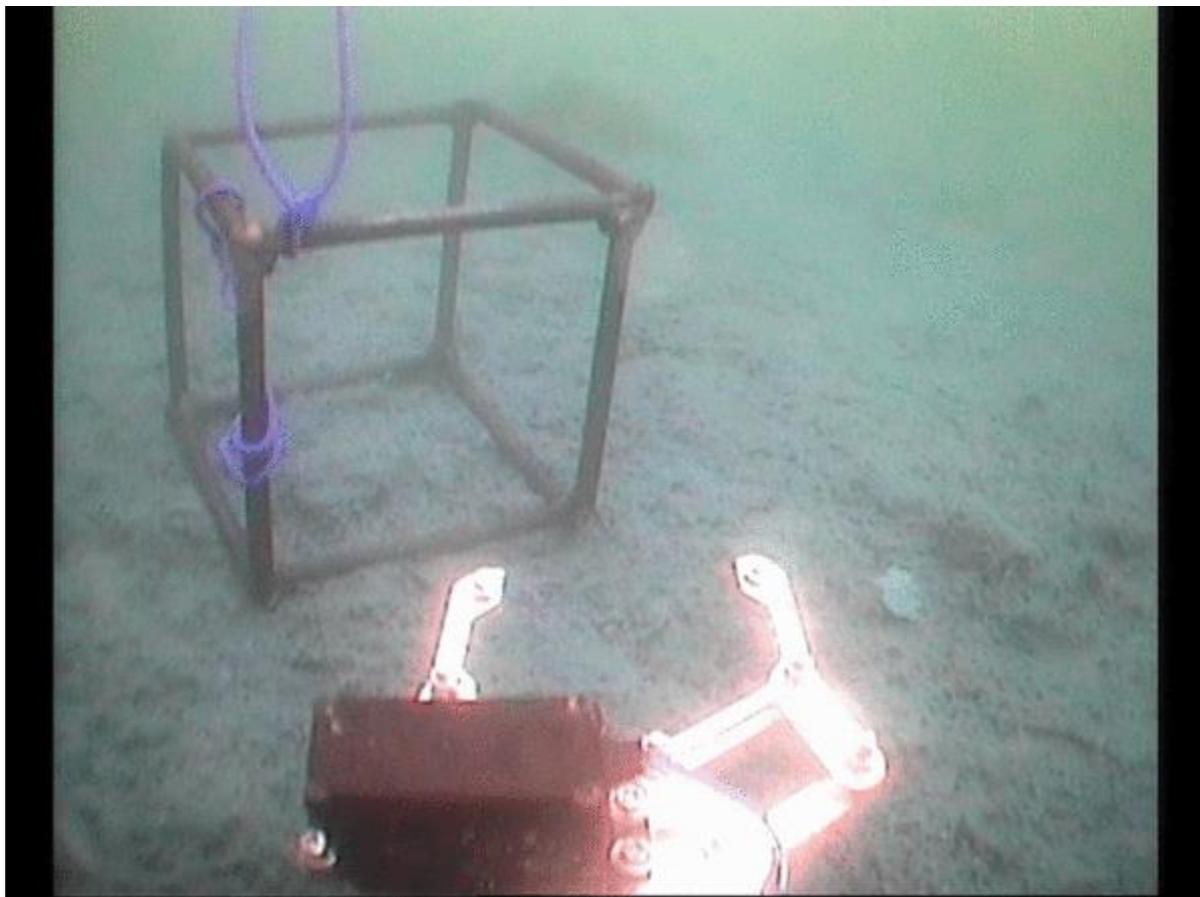
Было принято решение установить версию 3DOF с функциями:

1. Поворот по горизонтали.
2. Поворот по вертикали.
3. Двупалый держатель.

Это относительно простой и универсальный манипулятор для выполнения поставленных задач (захват/перемещение/бросание/чистка).



Пример захвата объекта манипулятором под водой

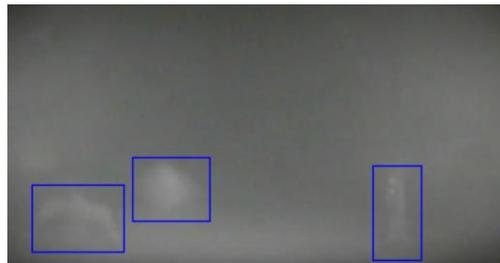


Интеллектуальная видеоаналитика

Во время выполнения прицельных работ бывает полезно сохранять наблюдаемый через камеру объект в поле зрения, компенсируя внешние возмущения, преследовать его, пометить оператору особые области и распознанные объекты.

Детектирование:

- движений,
- особенностей.



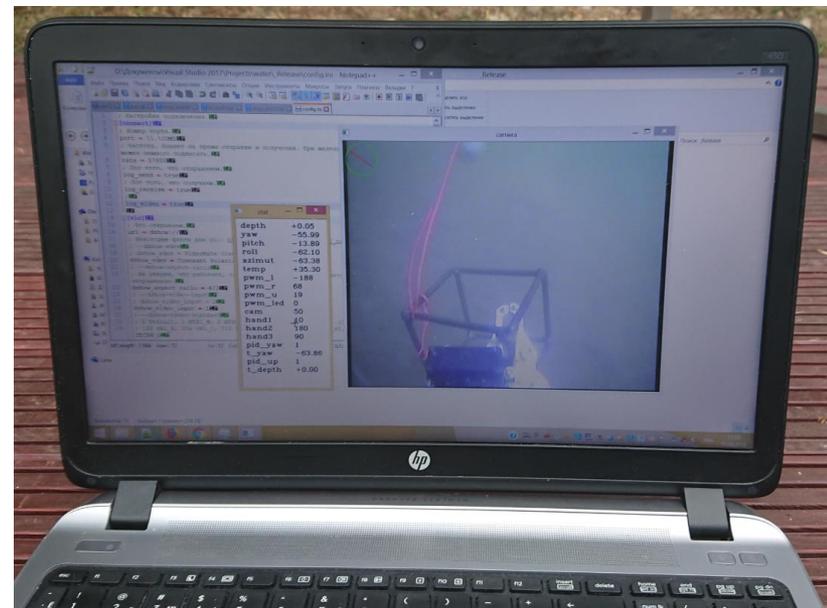
Распознавание:

- объектов,
- ситуаций.



Ручное выделение интересных областей:

- удержание объекта в поле зрения,
- преследование объекта.

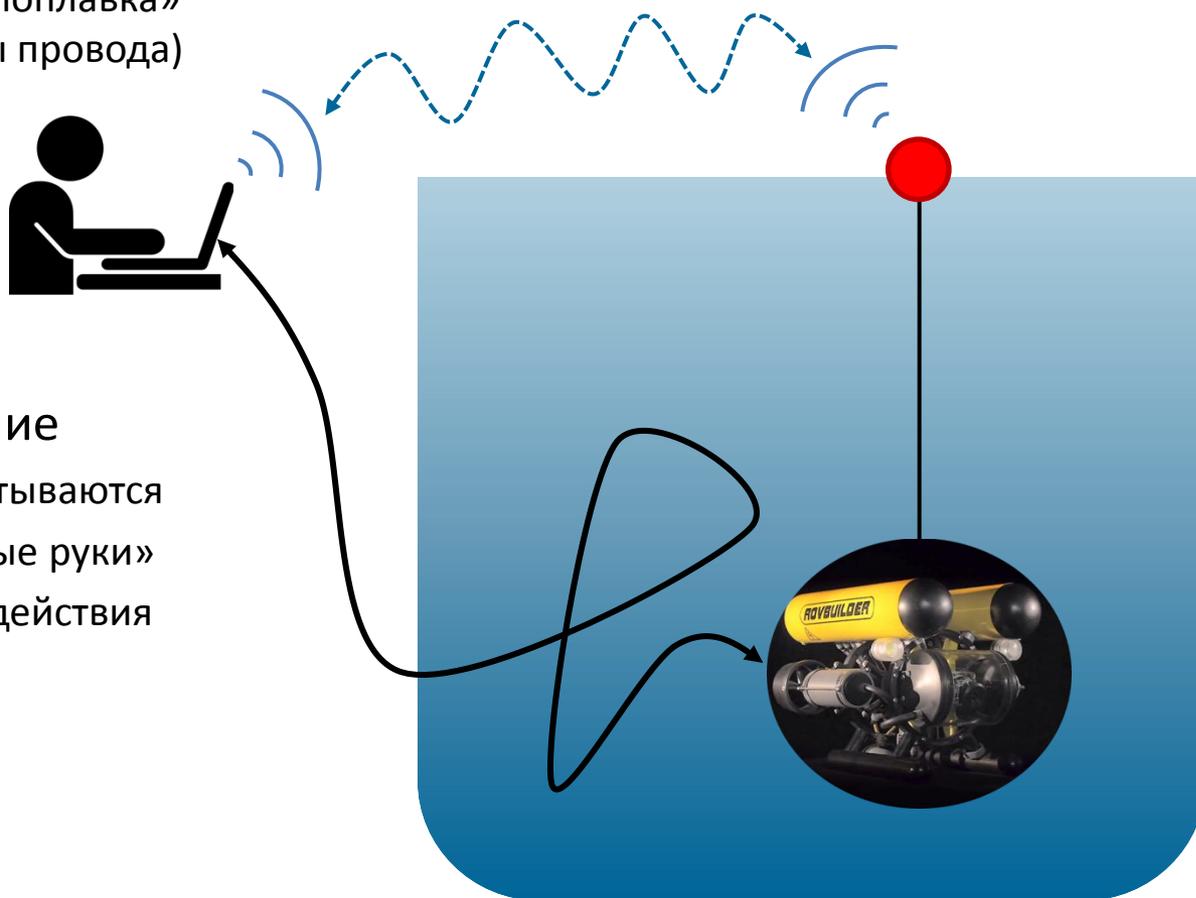


По ряду технических причин было решено оставить исходную камеру, поэтому для реализации модуля видеоаналитики потребовалось дополнительно оцифровывать аналоговый видеосигнал.

[Бес]проводное управление

1. Беспроводная связь

- автономное питание
- контроль положения «поплавка» (автоподстройка длины провода)



2. Проводное соединение

- длинные провода запутываются
- нужны «дополнительные руки»
- ограниченный радиус действия

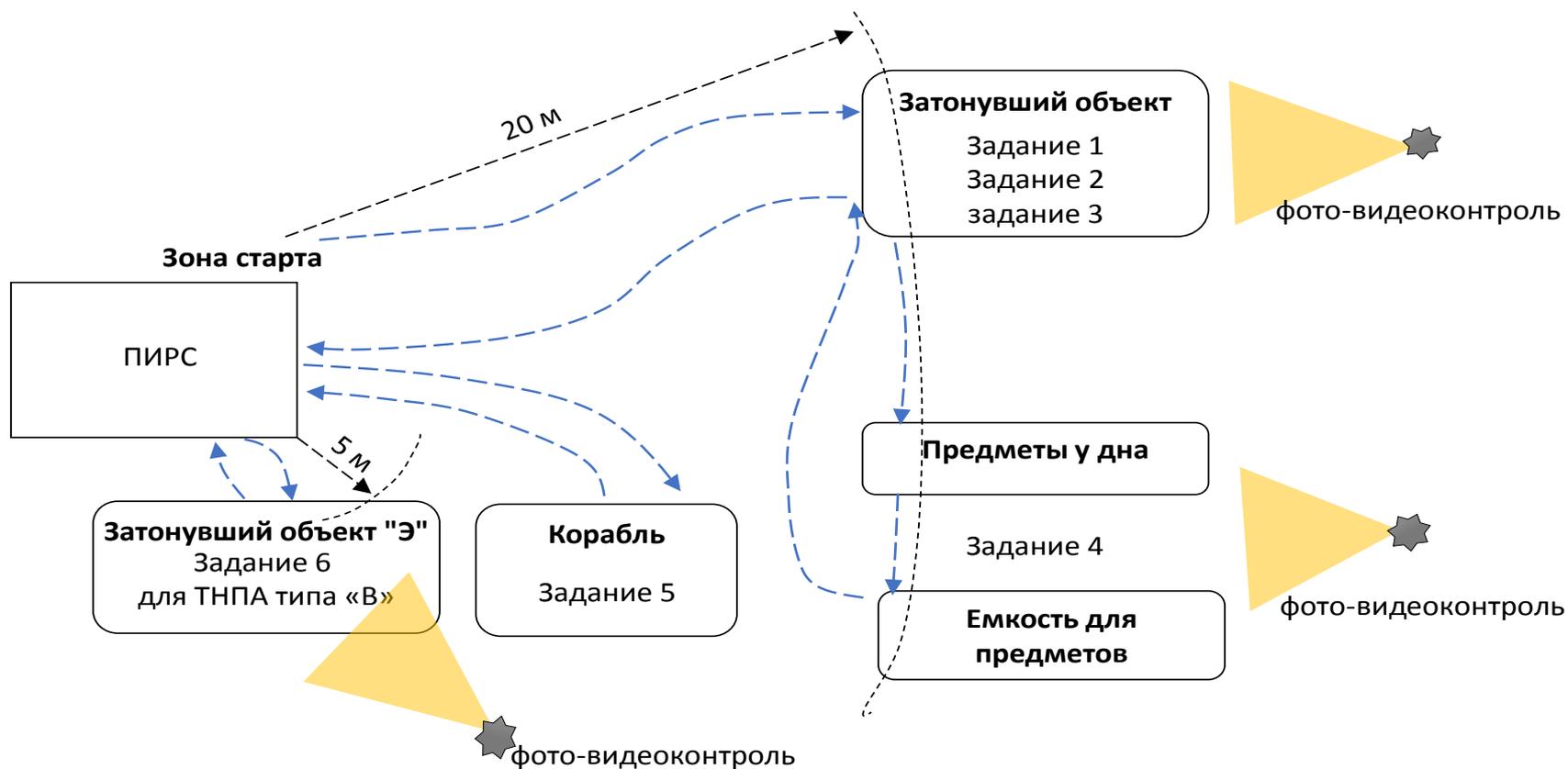
Область применения ТНПА «Малахит»

Аппарат предназначен для исследования подводной среды, поиска и идентификации затонувших объектов.

ТНПА может быть использован:

- осмотровые работы с целью сбора информации о рельефе дна и наличии затонувших объектов;
- транспортировка малогабаритных грузов, извлечение предметов со дна;
- поддержка водолазных работ;
- площадные съёмки;
- мониторинг подводных объектов.

Схема выполнения конкурсных заданий ТНПА



Спасибо за внимание!

<https://photos.app.goo.gl/viyBzU1tGdYD3uXr5>