ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ: НАУЧНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»

к 70-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки, доктора физико-математических наук, профессора Льва Николаевича Карлина

АО "НПП ПТ "ОКЕАНОС"

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЕ АППАРАТЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ И ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ

Гайкович Б.А., к.т.н.
АО «НПП ПТ «Океанос», Санкт-Петербург, Российская Федерация

REMOTE OPERATING VEHICLES IN ECO-MONITORING AND MARINE SAFETY

Gaykovich B.A., Ph.D.
OCEANOS JSC, Saint-Petersburg, Russian Federation

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Факторы, осложняющие обеспечение безопасности

- Большие пространства и протяженности
- Неблагоприятная метеорологическая обстановка
- Сложная ледовая обстановка
- Слабое развитие инфраструктуры (в т.ч. информационной) в местах работ
- Сложная логистика
- Общая уязвимость морских инженерных сооружений, трубопроводов и гидротехнических сооружений от воздействий со стороны моря

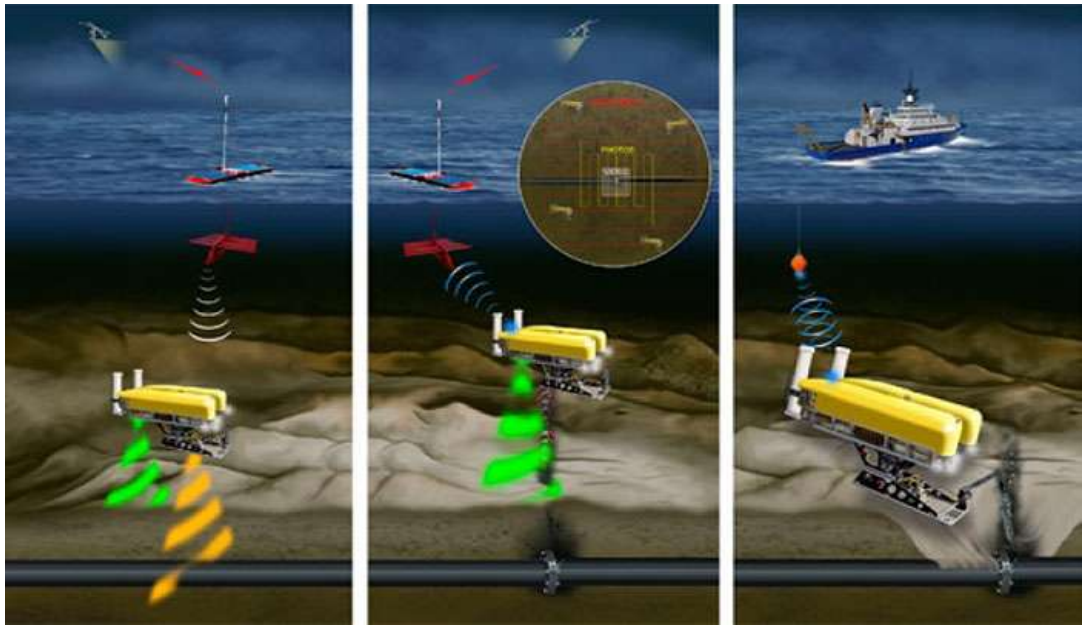
СОЗДАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МОРСКОЙ ПОДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

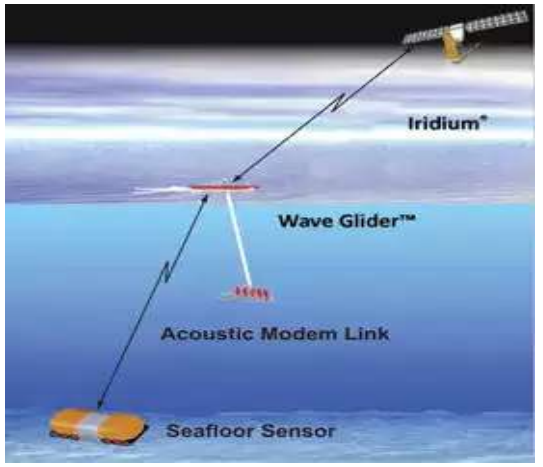
В силу ограниченности ресурсов, любая создаваемая система должны быть достаточно универсальной. Предлагаемое АО «НПП ПТ «Океанос» семейство робототехнических средств решает задачи постоянного мониторинга указанного района в непосредственной окресности МИС или на требуемом удалении.

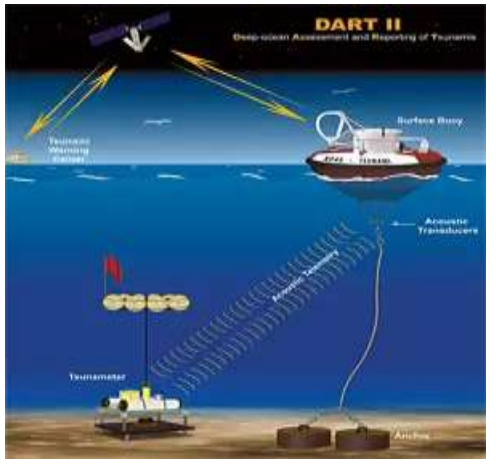
КОМПОНЕНТЫ СОЗДАВАЕМОЙ МОРСКОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

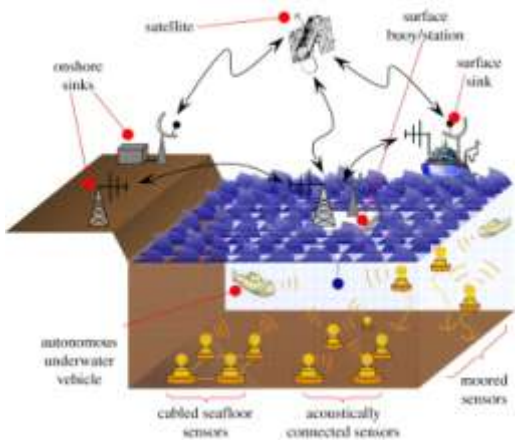
- Подводный глайдер (планирующий подводный аппарат)
- Автономный необитаемый подводный аппарат (классической движительной схемы)
- Гибридный глайдер
- Волновой глайдер (надводный аппарат долговременного мониторинга)
- Подводный телеуправляемый (привязной) аппарат
- Донная базовая станция

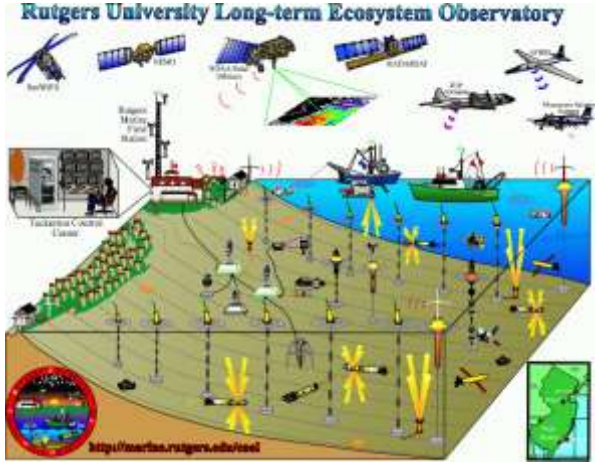
ПОДВОДНЫЕ ДИСТАНЦИОННЫЕ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА – СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

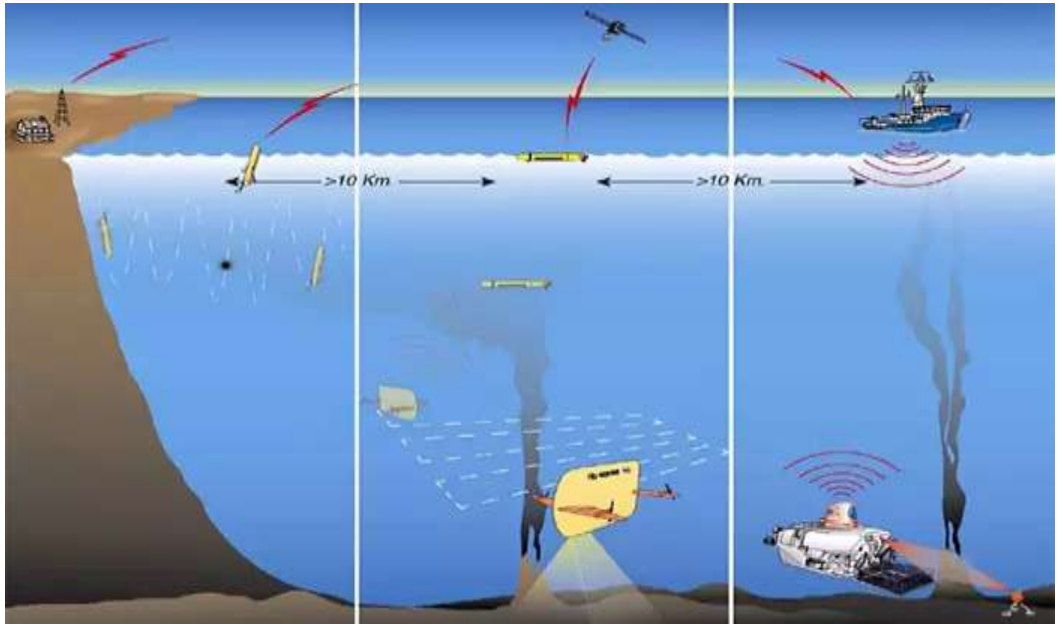












СОЗДАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГЛАЙДЕРА

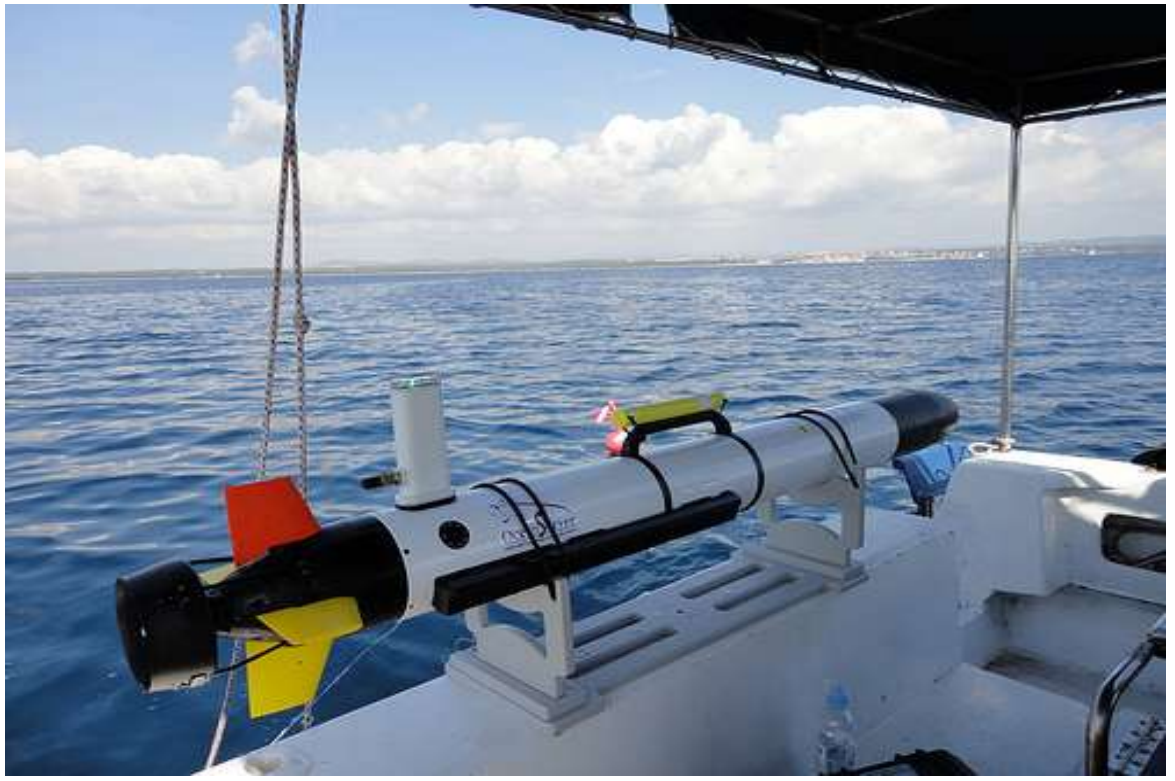
Рабочий образец глайдера СПб ГМТУ / ЗАО «НПП ПТ «Океанос» (с 2011 г)

В 2015 г. работы АО «НПП ПТ «Океанос а по созданию морских робототехнических систем были отмечены 1 премией Конкурса инновационных разработок Министерства энергетики Российской Федерации.

СОЗДАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГЛАЙДЕРА

Разработанный АО «НПП ПТ «Океанос» аппарат типа «глайдер» в ходе испытаний на открытой воде – полностью готовый к работе и со снятыми обтекателями и крыльями в ходе предспускового обслуживания.

АВТОНОМНЫЕ НЕОБИТАЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ (АНПА)



АНПА являются программируемыми автономными робототехническими средствами, следующими по предписанному маршруту без непосредственного управления оператором. Обычно АНПА имеют традиционный движитель (гребной винт) и традиционную АКБ, хотя существуют гибридные аппараты, АНПА с бионическими движителями и нетрадиционными источниками энергии.

АВТОНОМНЫЕ НЕОБИТАЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ (АНПА) – ОПЫТ АО «НПП ПТ «ОКЕАНОС»

АНПА Iver2, имеющийся в распоряжении ЗАО «НПП ПТ «Океанос».

Основные характеристики:

- Рабочая глубина до 100 м
- Автономность до 6 часов
- Скорость хода до 4 узлов
- ГБО
- 2 фото/видеокамеры
- Датчик CTD
- Допплеровский лаг/профилограф
- WiFi
- Радиоканал управления 2.4 GHz
- Аварийный буй и аварийный маяк
- Спутниковый модем

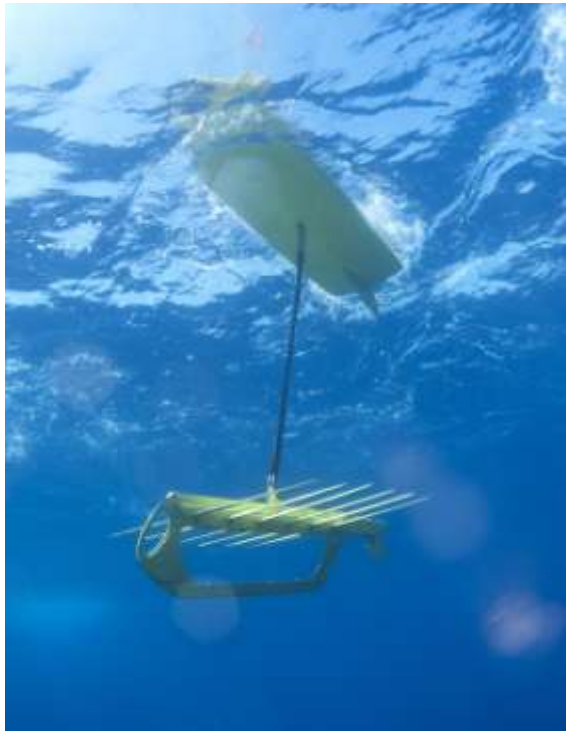
АВТОНОМНЫЕ НЕОБИТАЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ (АНПА) – ОПЫТ ЗАО «НПП ПТ «ОКЕАНОС»

Визуализация результатов предварительной осмотровой миссии АНПА
Построение температурного среза

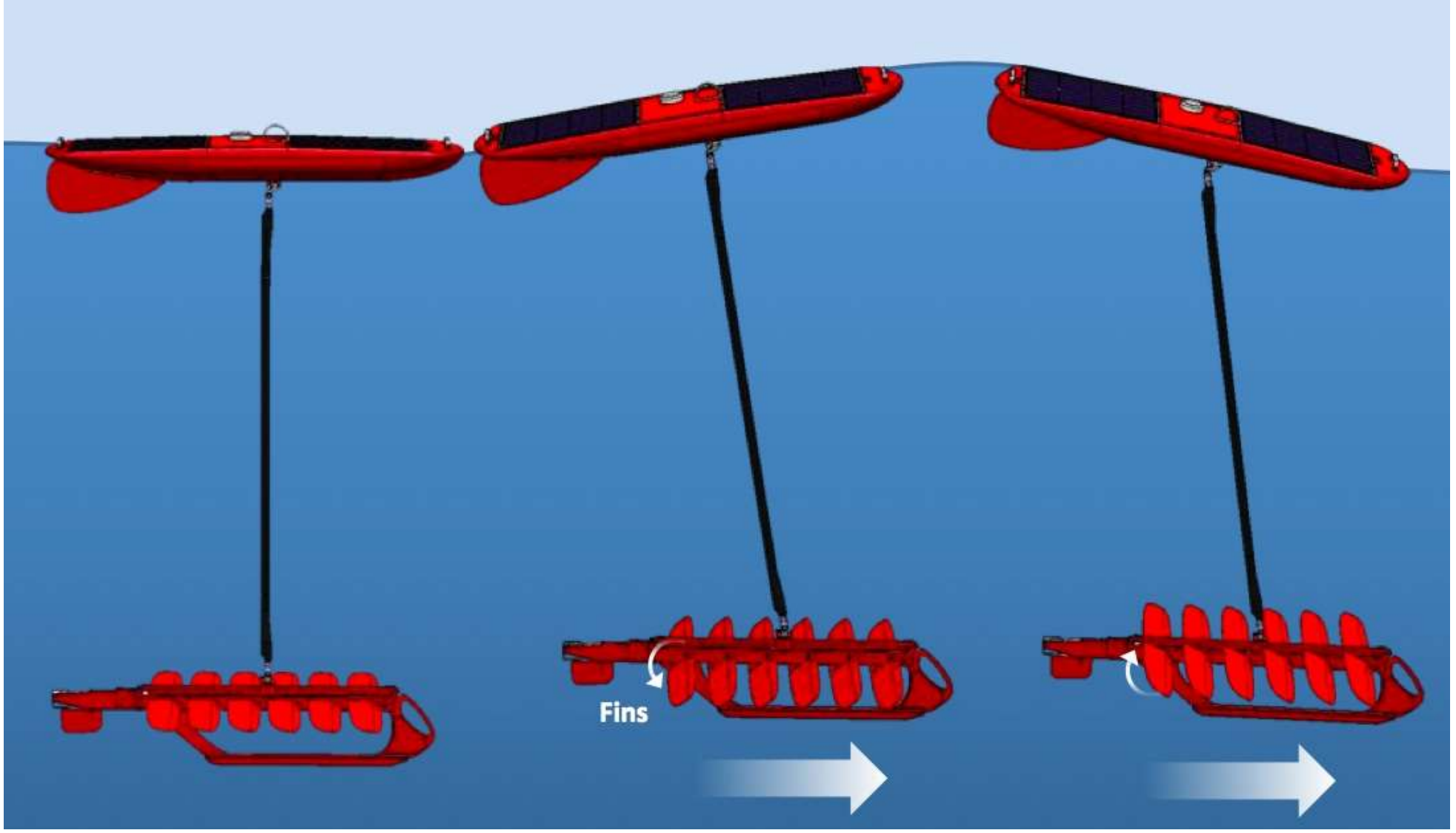
ГИБРИДНЫЙ ГЛАЙДЕР

Дальнейшая модификация традиционного планирующего аппарата. Введение моторного движения (за счет снижения автономности) позволяет получить участки прямолинейного движения (например, для работы ГБО), а также преодолевать участки с сильным течением (до 2-3 узлов)

ВОЛНОВЫЕ ГЛАЙДЕРЫ

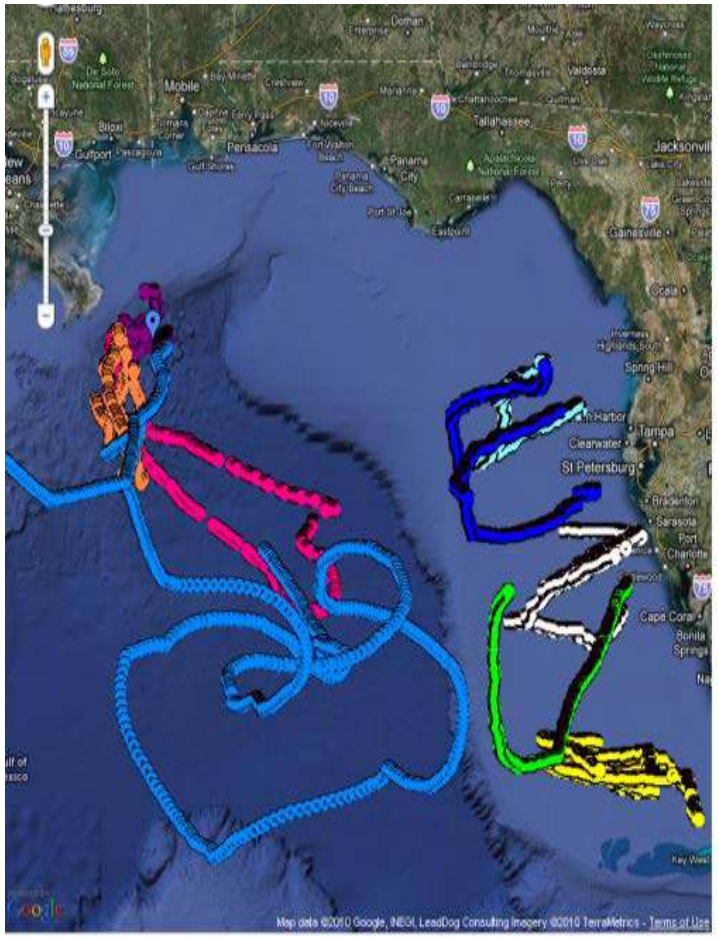


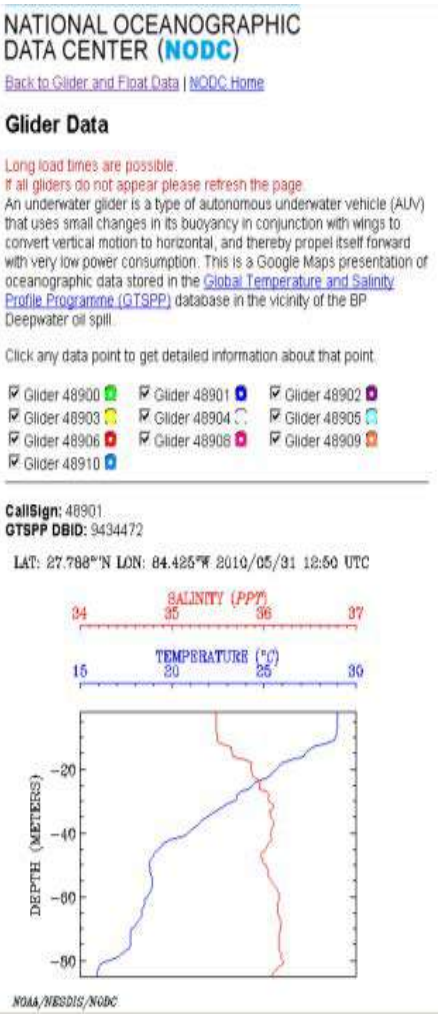
ПРИНЦИП ДВИЖЕНИЯ ВОЛНОВОГО ГЛАЙДЕРА

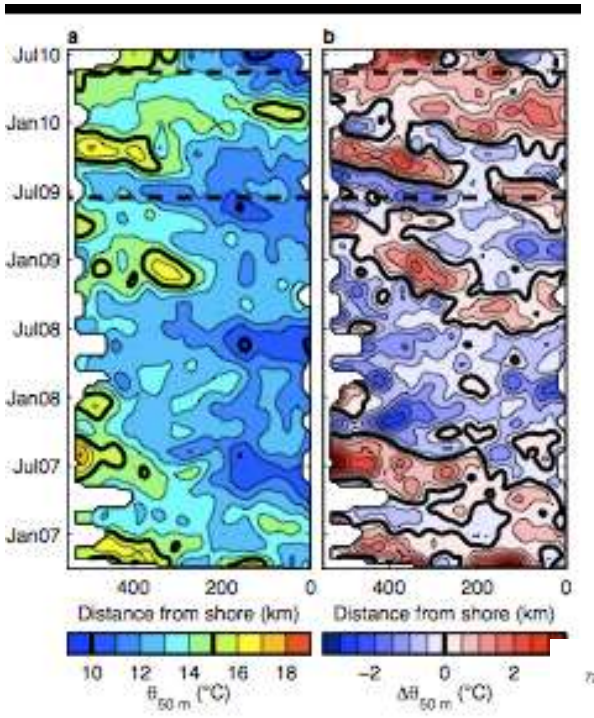


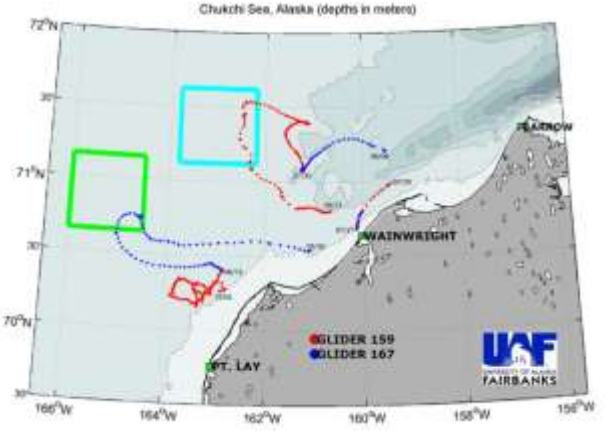
ВОЛНОВОЙ ГЛАЙДЕР, РАЗРАБАТЫВАЕМЫЙ СОВМЕСТНО АО «НПП ПТ «ОКЕАНОС» И СПБГМТУ

ДАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЛАЙДЕРОВ И АНПА НАЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ОКЕАНОГРАФИИ США

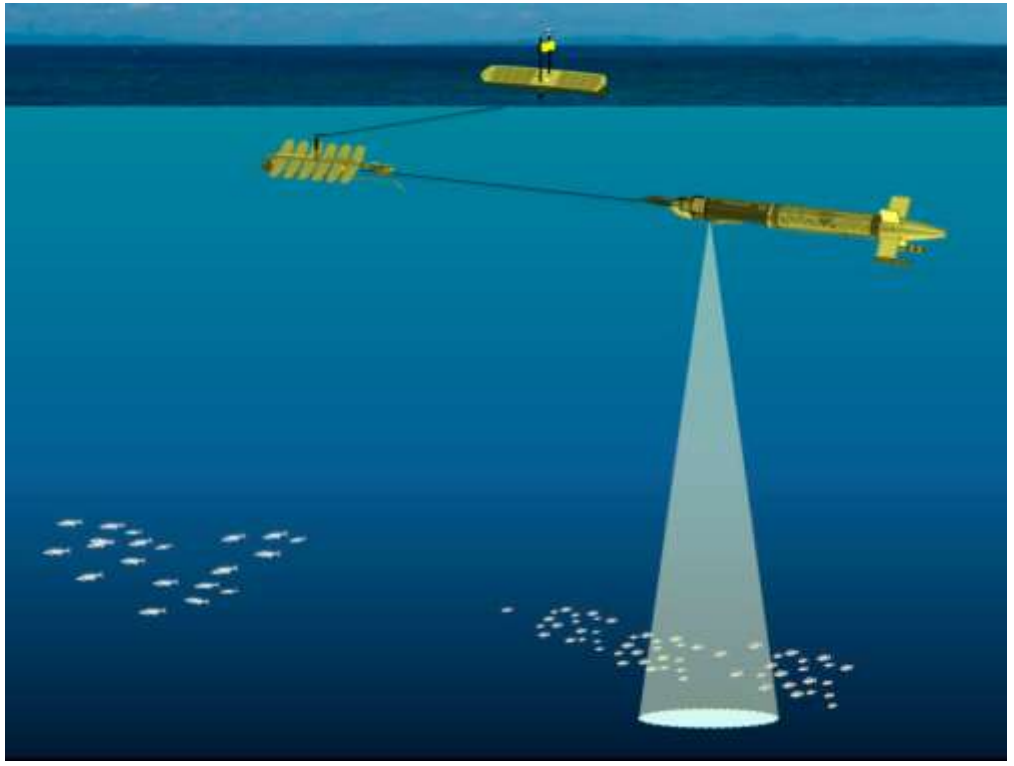




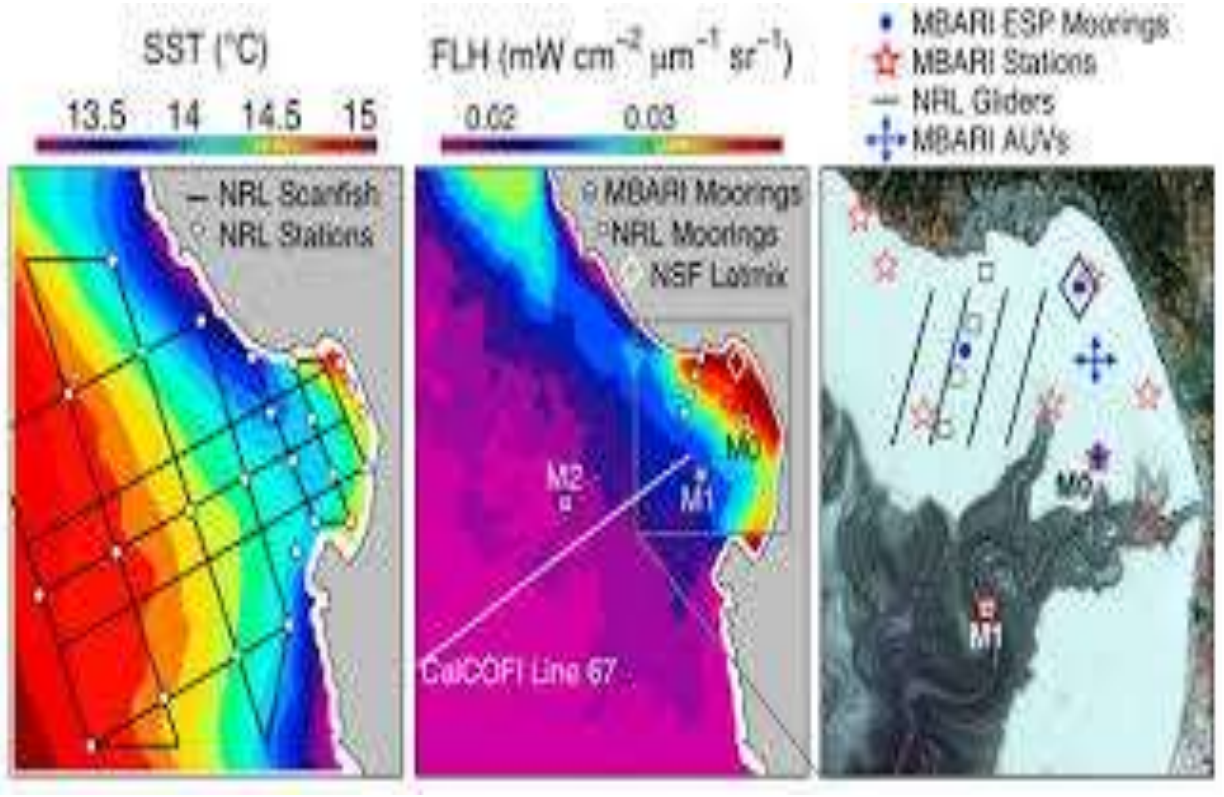




ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛНОВЫХ ГЛАЙДЕРОВ



Гидроакустическая съемка



Данные о «цветении» водоема снятые глайдерами И АНПА в рамках проектов MBARI

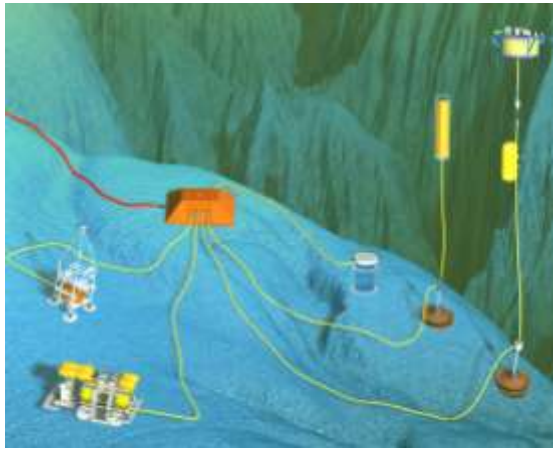
ДОННЫЕ БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ/ОБСЕРВАТОРИИ (CABLED OBSERVATORIES)

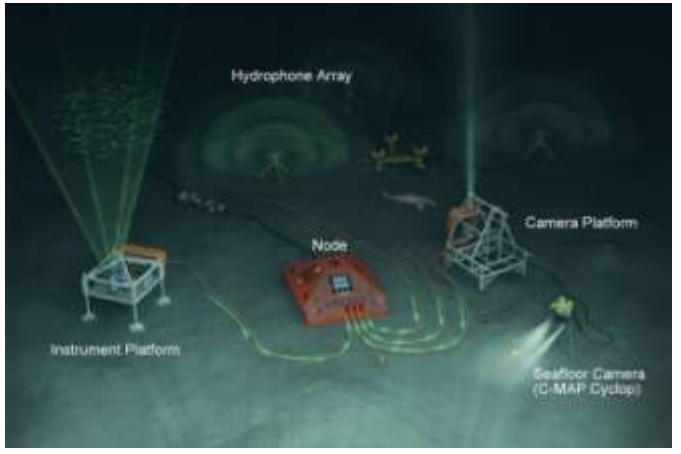
Донные базовые станции это:

- основные элементы глобальных информационных сетевых структур для исследования и наблюдения за Мировым океаном в различных целях.
- платформы-носители приборных систем и комплексов (т.е. способны вести исследования и мониторинг непосредственного окружения в режиме реального времени),
- силовые и информационные узлы для подводной техники различных типов, в т.ч. автономных необитаемых аппаратов, подводных глайдеров и т.д.

Большинство станций имеет собственный приборный отсек с процессинговым модулем, высокоскоростной канал цифровой проводной связи с береговым центром управления, разъемы электропитания (для подключения и подзарядки различных типов аппаратов) и т.д.

Подводные аппараты обмениваются с ДС информацией, способны осуществлять подводную подзарядку АКБ и осуществлять работы под прямым телеметрическим управлением.

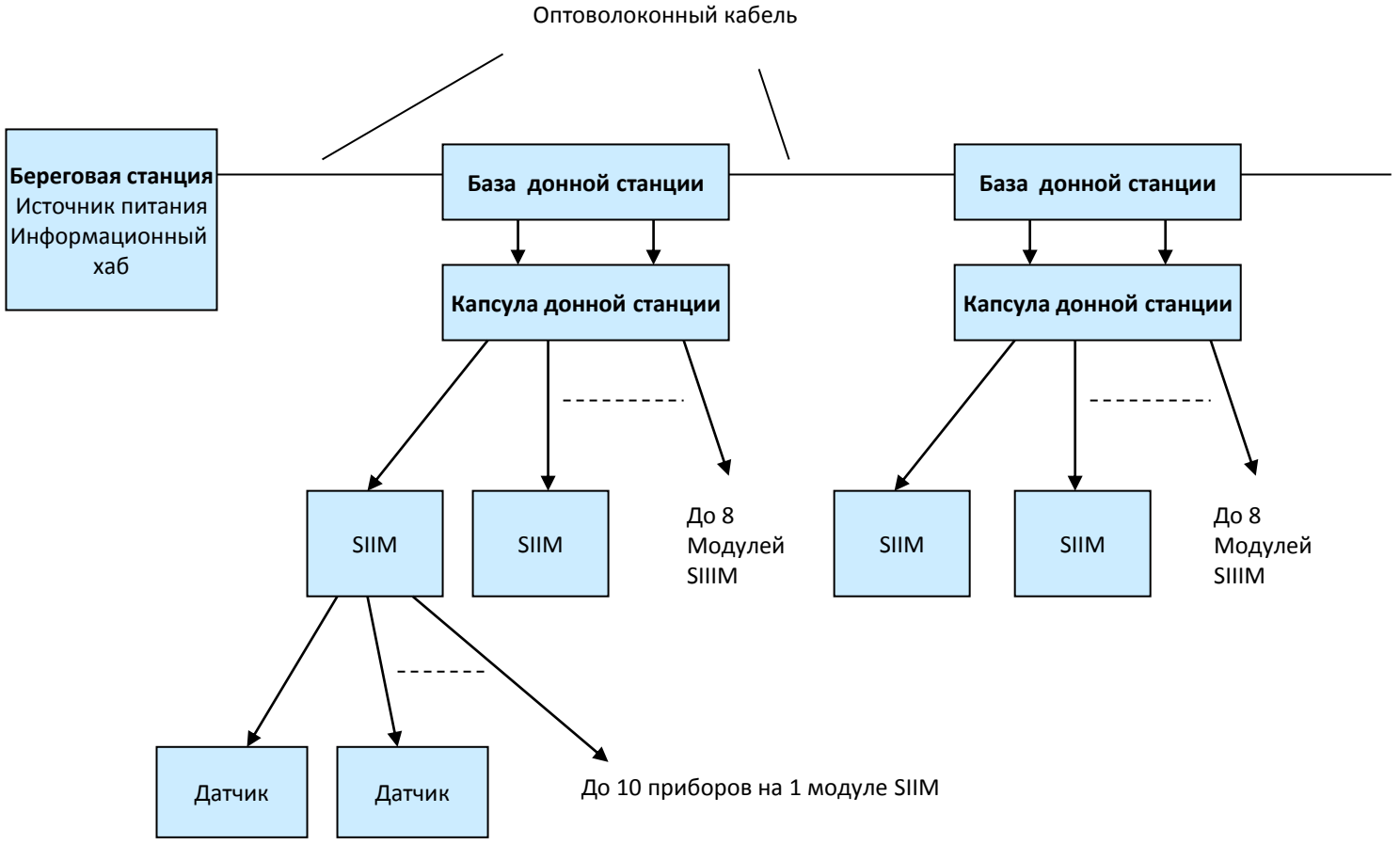




ДОННЫЕ БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ/ОБСЕРВАТОРИИ (CABLED OBSERVATORIES)

Преимущества исследований, проводимых непосредственно донными станциями:

- возможность использования крупных и энергоемких приборных комплексов,
- работа в режиме реального или квази-реального времени (особенно ценно при проведении биологических исследований с привязкой к изменениям факторов внешней среды),
- возможность создания разветвленной исследовательской сети на базе ДС.



ДОННЫЕ БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ/ОБСЕРВАТОРИИ (CABLED OBSERVATORIES)

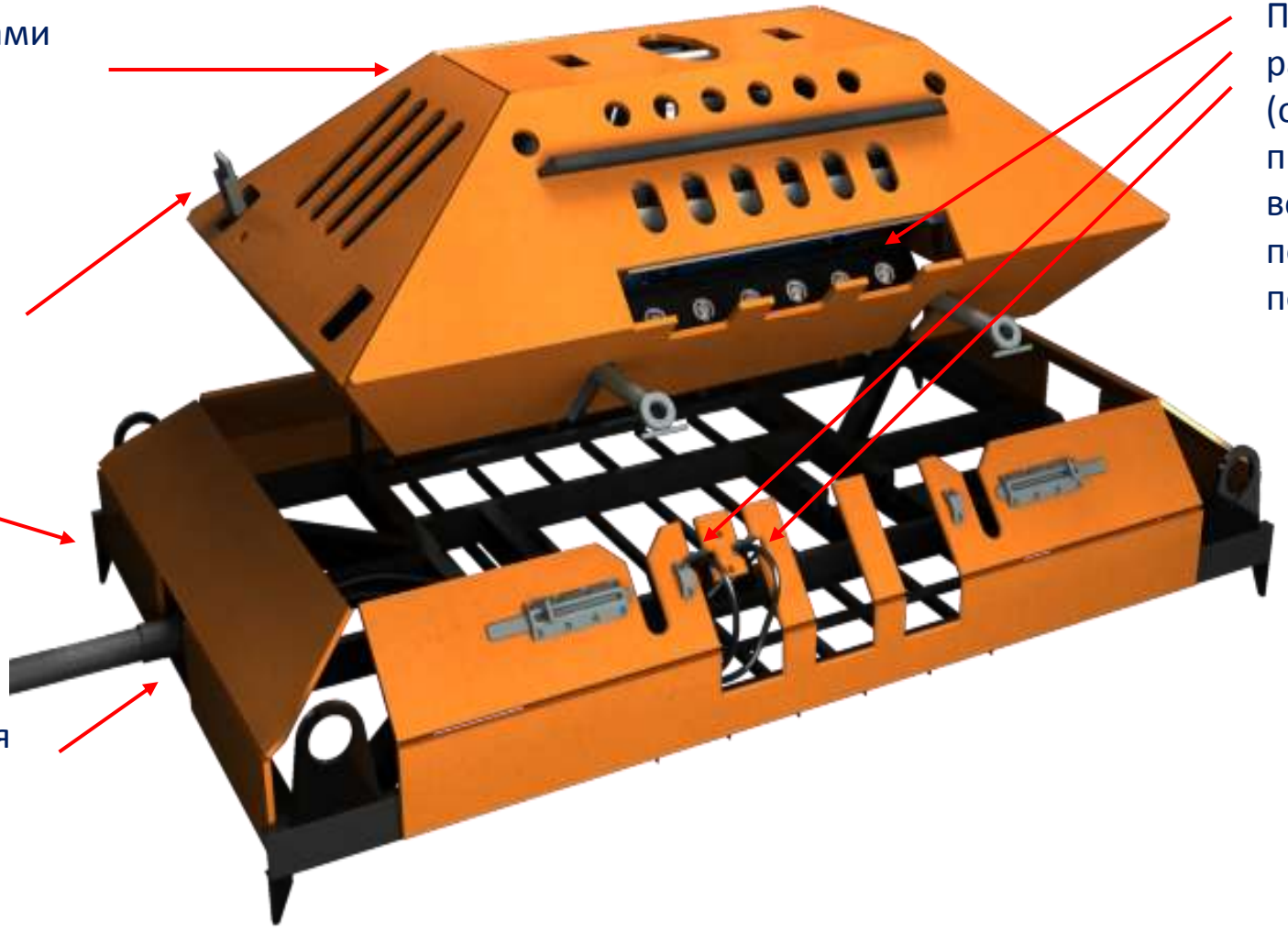
Капсула с разъемами SIIM

Катодная защита

База донной

Станции

Разъем для кабеля поверхностного сообщения



Подводные разъемы (оптоволокно и питание) с возможностью подводного подключения

ДОННАЯ БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ

В компании «Океанос» разработан проект донной базовой станции универсального назначения. Функции ДБС:

-Мониторинг

-Непосредственное проведение исследований

-Функции силового узла (питание и подзарядка аппаратов)

-Функции релейной станции связи и командного центра

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ (ТПА)

ТПА - вид подводных аппаратов, получающих питание и команды дистанционного управления по кабель-тросу. ТПА работают под непосредственным управлением оператора (пилота)

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ (ТПА)

Преимущества:

-Неограниченное время работы
-Глубина работы до 6000 м
-Возможность выполнения работ манипуляторными комплексами (с усилиями до 200 кгс)
-Высокий уровень адаптации под требования Заказчика (кастомизации)
-Большая грузоподьемность
-Работа в реальном времени
-Возможность остановки и работы в режиме удержания позиции/динамического позиционирования с применением автопилотов по всем каналам управления (Station Keep)

Недостатки:

-Ограниченная зона работ (длина экскурсионного кабель-троса)
-Необходимость постоянной работы оператора (операторов)
-Необходимость наличия специально оборудованного и дорогого судна обеспечения
-Относительно высокая стоимость оборудования, обучения и содержания персонала.

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ (ТПА)

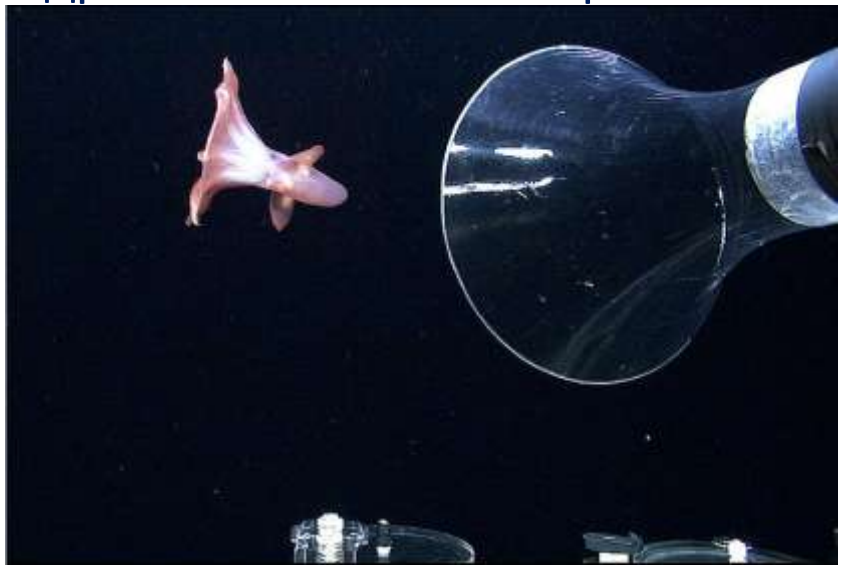
Области применения ТПА

-Пробы воды, грунта и отбор биообразцов

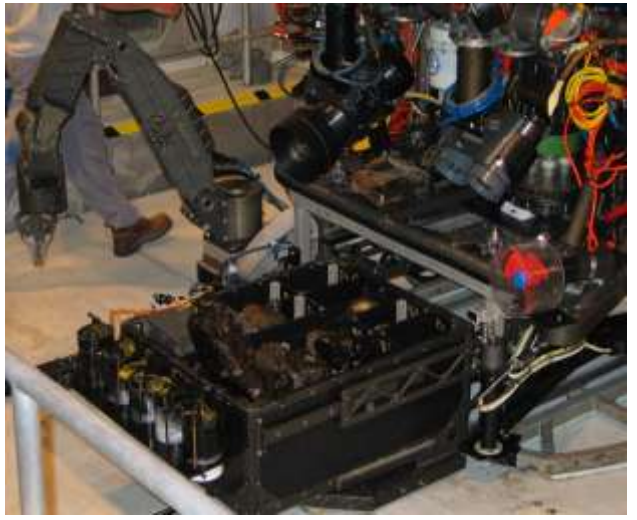
-Приборные исследования состава и качества воды

-Видео- и фотосьемка

-Подводно-технические работы – монтаж и демонтаж подводных сооружений, замена сменных модулей стационарных приборных комплексов, очистка от обрастания и загрязнений, подводные ремонты различной степени сложности, применение гидравлического и электрического инструмента.



Захват образцов придонной фауны с помощью ТПА



Инструментальная рама ТПА для исследований бентоса

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ (ТПА) Р-300 МК2

•ЗАО «НПП ПТ «Океанос» имеет богатый практический опыт в поставке, эксплуатации и ремонте аппаратов типа Н-300, в том числе в суровых условиях российских арктических морей. За это время было накоплено большое количество знаний и навыков, позволяющих уверенно рекомендовать аппараты этого семейства для применения в качестве инспекционных и для проведения легких подводно-технических работ.

Основные характеристики ТПА Н-300

(указаны размеры и вес без подвесной инструментальной рамы)

Рабочая глубина:	300 м
Полезная нагрузка:	до 10 кг
Вес в воздухе:	до 70 кг
Размеры (ДхШхВ):	900 х 600 х 470 мм
Скорость (в тихой воде):	до 3.5 узла
Упор на винтах:	34 кгс вперед/назад 17 кгс при боковом движении 17 кгс при вертикальном движении
Тип движителей:	электрические, безщеточные, с магнитной муфтой

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ (ТПА) Р-300 МК2

•Аппарат Н300Мк2 **собирается в Российской федерации** на основе согласованных в ФСО РФ Технических условий (ТУ).

•Все **критические компьютерные компоненты** ТПА – **производства РФ**, с соответствующими специальными проверками и исследованиями.

•Аппарат создан на основе разработанной ЗАО «НПП ПТ «Океанос» концепции, в его конструкции **значительный объем собственных разработок и узлов**.

Аппарат оборудуется различными системами, обеспечивающими наблюдение и инспекцию ГТС:

•Манипуляторная система с 5 функциями

•Видеосистема с регулируемым освещением, цветными и черно-белыми высокочувствительными камерами

•Гидролокатор секторного обзора

•(опция) Многолучевой эхолот-гидролокатор

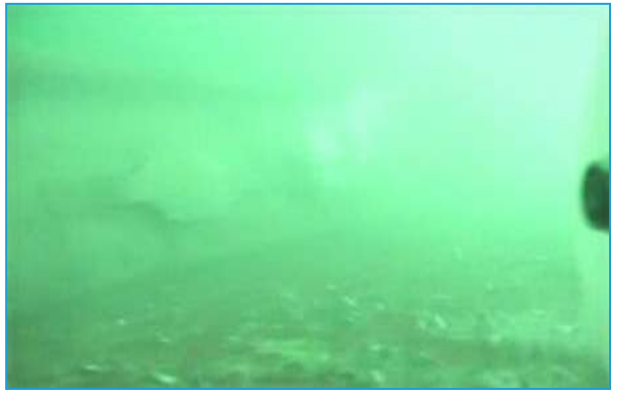
•(опция) Гидролокатор реального времени высокого разрешения (звуковизор)

Видеосистема ТПА:

(стандартная)

1. Видеокамера цветного изображения на наклонно-поворотной платформе, с дополнительными светильниками 2 х 75 Вт регулируемой интенсивности:
   - Система: PAL или NTSC
   - Разрешение: 460 твл
   - Зум: оптический, 10х
   - Светочувствительность: 1.5 люкс
   - Затвор: электронный, 1/3 – 1/10 000 с.
   - Наклон/поворот: 120 градусов / 140 градусов
2. Видеокамера повышенной чувствительности ЧБ-изображения произвольного размещения.
   - Система: PAL или NTSC
   - Разрешение: 570 твл
   - Объектив: 3,6 мм F1,6, 68 градусов
   - Светочувствительность: 0,001 люкс
   - Затвор: электронный, 1/3 – 1/10 000 с.

3. Лазерный эталон расстояния, 2 красных лазерных 1 мВт излучателя.
4. Стационарная световая система, 2 х 75 галогенных светильника



Разница изображения между обычной и высокочувствительной ч/б ТВ камерой

Манипуляторная система (МС) с 5 функциями обеспечивает манипуляцию и удержание объектов весом до 10 кг. на вылете до 0.7 м. МС выполнена полностью электрической, что является существенным преимуществом перед традиционными гидравлическими системами, обладающими меньшей ремонтопригодностью и более низкой эффективностью в условиях низких температур.

Манипуляторная система MC5E Micro:

Угол поперечного перемещения:	120 градусов
Угол подъема:	90 градусов
Угол сгиба локтевого сустава:	130 градусов
Усилие сжатия губок:	50 кгс
Усилие поворота кисти:	10 Нм
Полный вылет:	640 мм
Вес в воздухе:	до 10 кг
Вес в воде:	2,6 кг
Грузоподъемность на полном вылете:	10 кг
Материал:	анодированный алюминий
Рабочая глубина:	300 м стандарт 3000 м версия DW

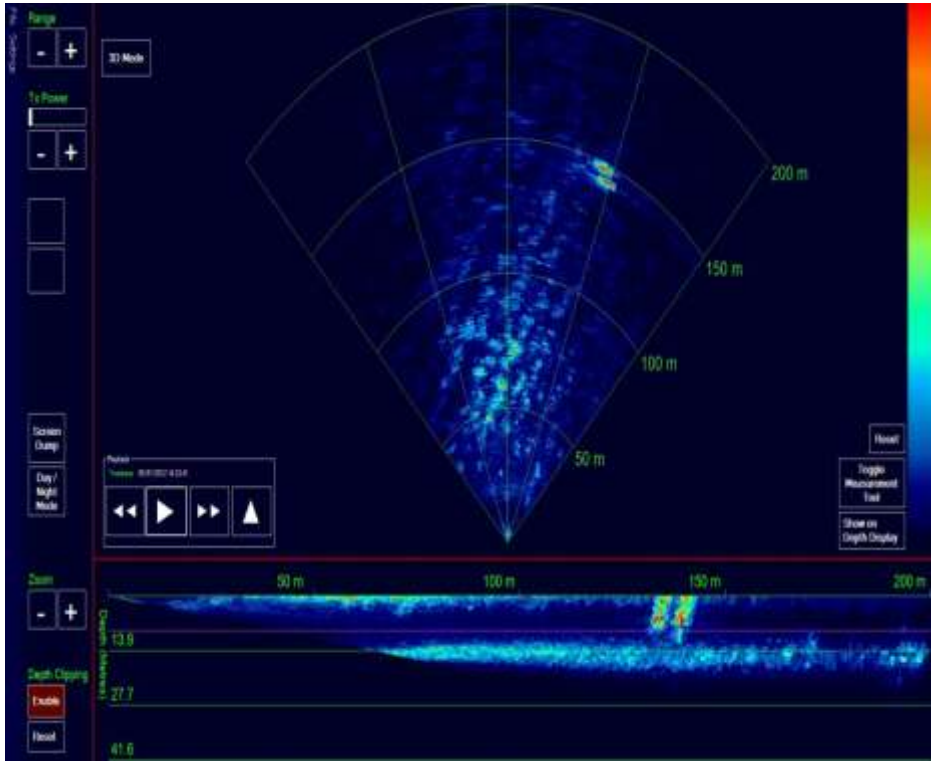
Электрический манипулятор модели 5E

Сменные губки манипулятора для различных задач

Гидролокатор секторного (кругового) обзора – основное навигационное средство в условиях ограниченной видимости. На ТПА могут быть установлены ГСО различных моделей, в том числе двух- и многочастотные CHIRP гидролокаторы, обеспечивающие высокое разрешение на всем диапазоне рабочих дистанций. Также ГСО могут использоваться как профилографы, для этого аппарат оборудован специальным гнездом для установки ГСО под углом в 90 градусов.

ГСО типа Super Sea King:

Тип:	цифровой CHIRP
Рабочий диапазон:	0,5 – 300 м
Центральная частота:	325-650 кГц
Длина импульса:	200 нс (650 кГц)
	400 нс (325 кГц)
Разрешение по дальности:	прим. 15 мм
Сектор сканирования:	до 360 градусов
Ширина луча:	до 40 градусов вертикально
	1.5 -3 градуса горизонтально
Рабочая глубина:	до 1500 м стандартно
	до 6800 м в версии DW



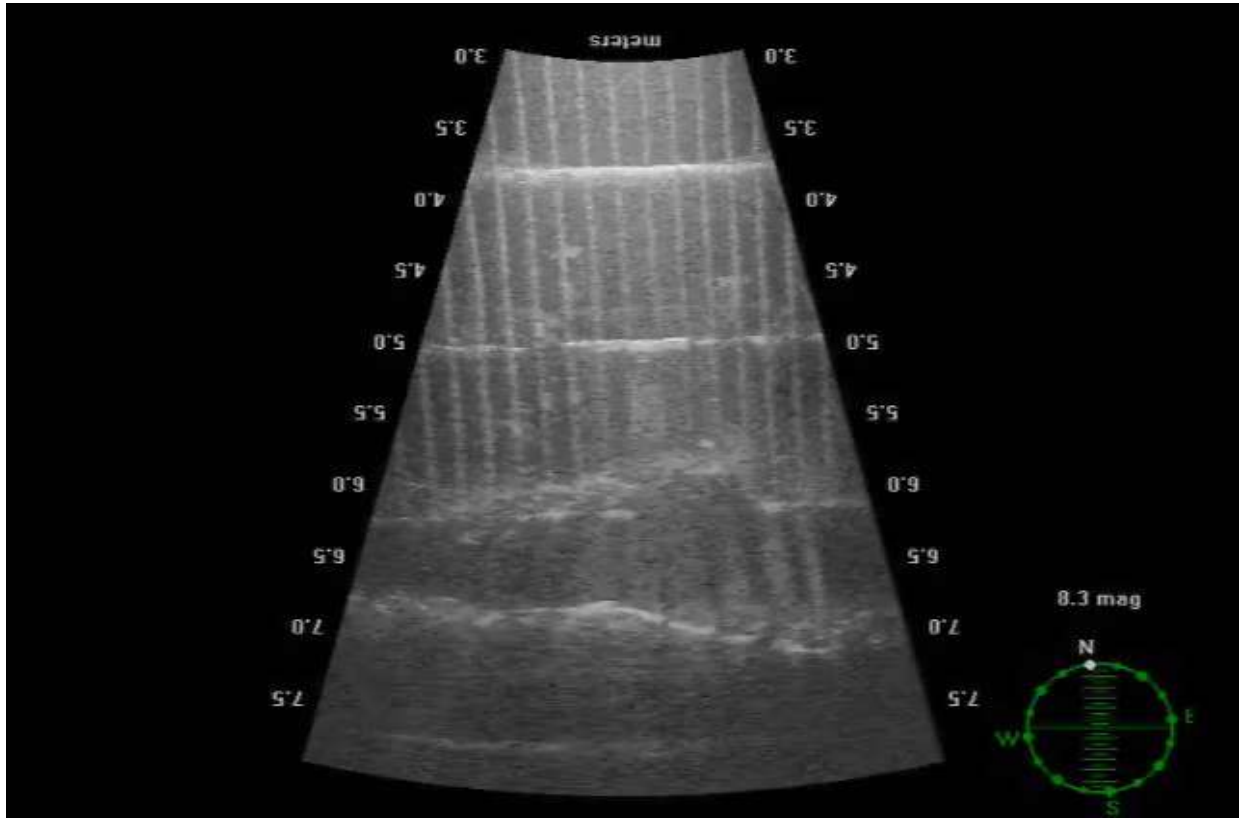
ГСО типа Micron:

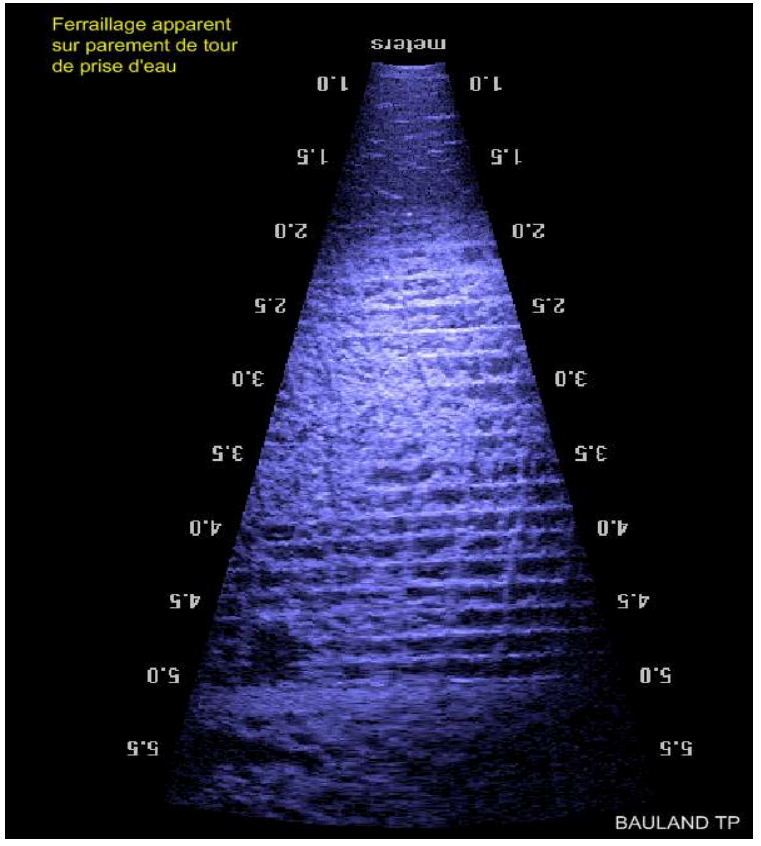
Тип:	цифровой CHIRP
Рабочий диапазон:	75 м
Центральная частота:	700 кГц
Разрешение по дальности:	прим. 7 мм
Сектор сканирования:	до 360 градусов
Ширина луча:	до 40 градусов вертикально 1.5 -3 градуса горизонтально
Рабочая глубина:	до 750 м стандартно до 3000 м в версии DW

ТПА Н-300 может оборудоваться разнообразными гидроакустическими средствами, в т.ч. звуковизорами, многолучевыми эхолотами, многолучевыми гидролокаторами и профилографами различных типов.

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ (ТПА) Р-300 МК2

Высокочастотный гидролокатор реального времени (звуковизор) обеспечивает навигацию, обнаружение целей и инспекцию в условиях затруднения или полного отсутствия визуальной видимости. Звуковизор легко позволяет идентифицировать пловца или подводный аппарат на дистанциях до 40 м даже при нулевой видимости.





ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ (ТПА) Р-300 МК2

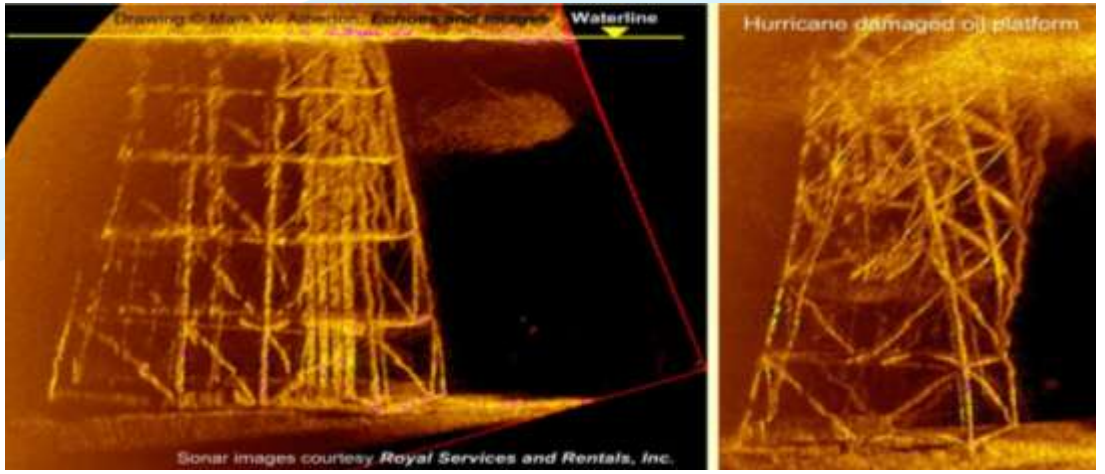
Аппарат Н-300 с установленной инструментальной рамой многолучевого гидролокатора реального времени DIDSON.

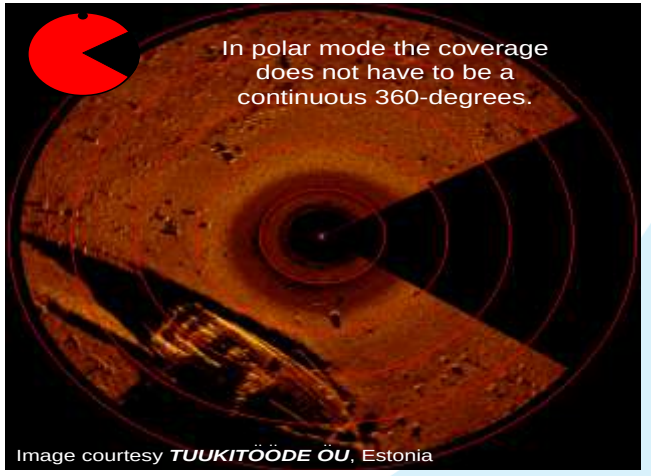
Характеристики DIDSON UL300:

Рабочая частота:	1.1 мГц/1.8 мГц
Ширина луча:	0.4 градуса х 14 градусов
Диапазон:	0, 83 м ….52 м
Разрешение:	10..80 мм
Частота кадров:	4-21 fps
Ширина поля зрения:	29 градусов

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ (ТПА) Р-300 МК2

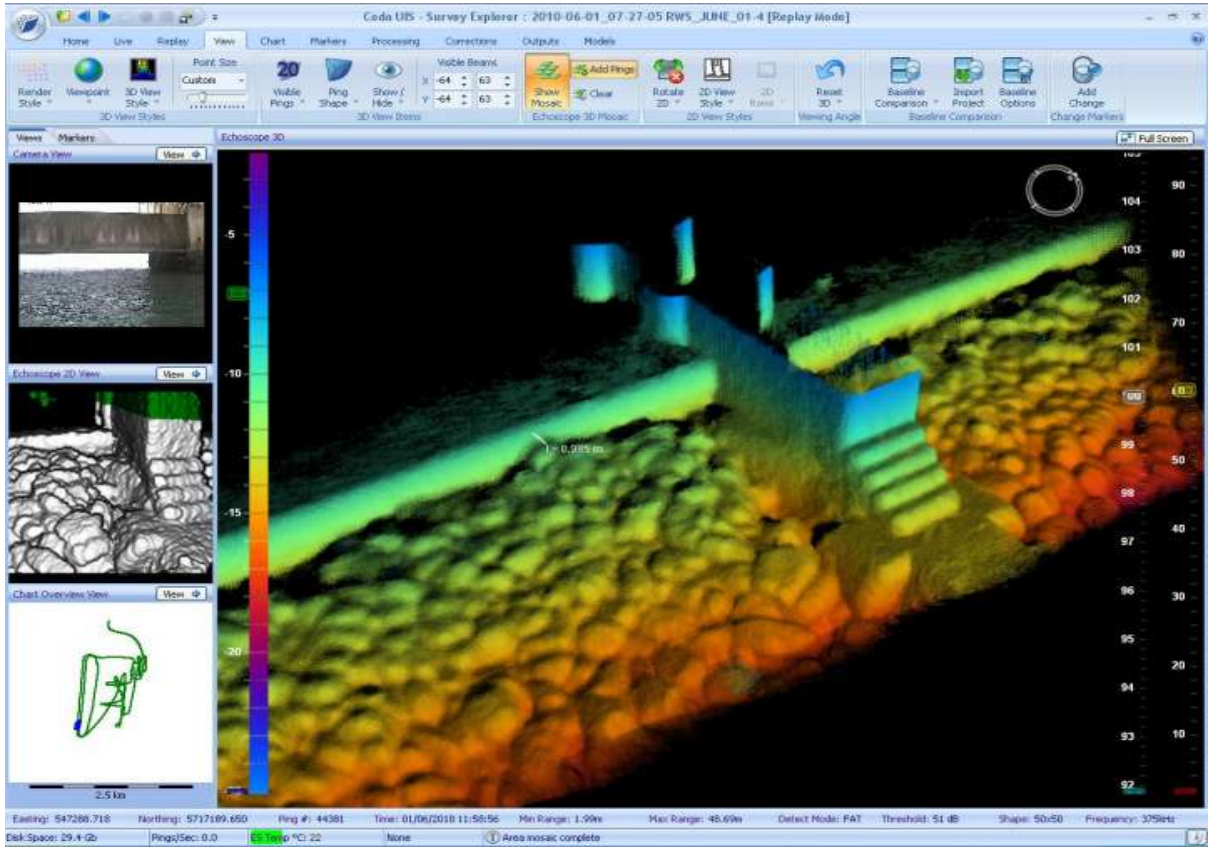
Аппарат Н-300 с двумя вариантами установки профилирующего гидролокатора типа MS 1000

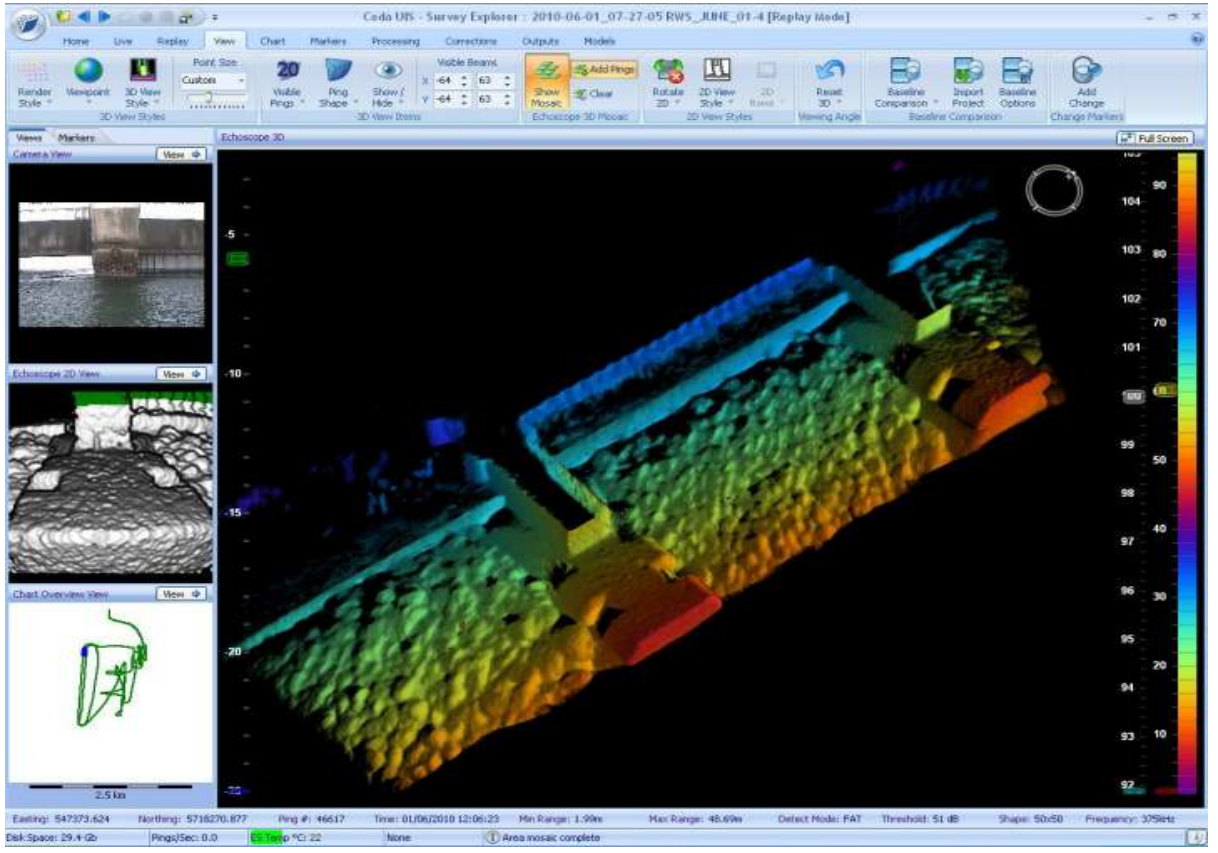




ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ (ТПА) Р-300 МК2

3D-многолучевой эхолот-гидролокатор – позволяет получить трехмерную цифровую картинку подводной обстановки, в условиях затрудненной или отсутствующей видимости.





ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ (ТПА) Р-300 МК2

Методология использования ТПА:

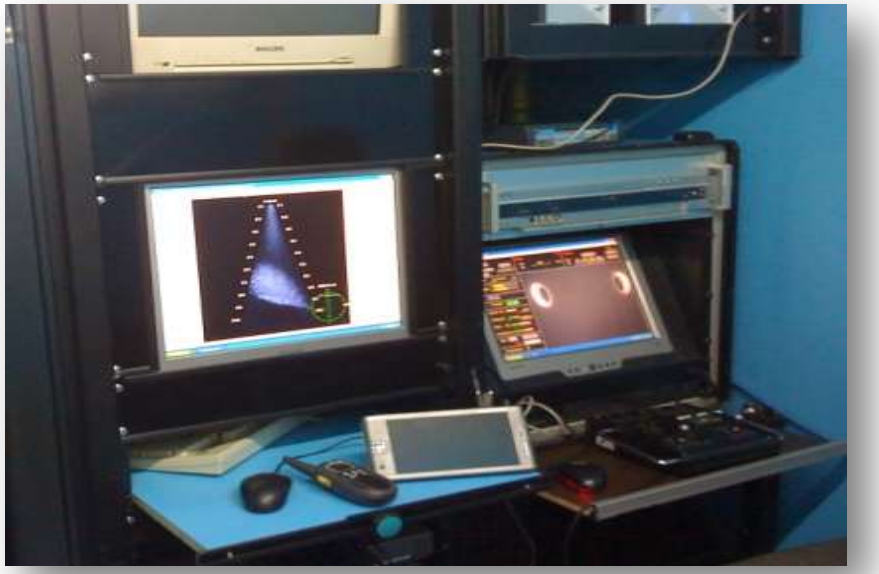
•Наблюдение выделенной зоны ГА средствами и визуально, с выключенными в целях снижения шумов двигателями

•При обнаружении аномалии – сближение для сканирования гидролокатором на большей частоте (выше разрешение), визуальная идентификация (если видимость позволяет)

•По решению оператора – применение мер нелетального воздействия (освещение большой яркости, воздействие манипулятором и т.д.)

•Возврат в место базирования

•В свободное от выполнения охранных задач время – осуществление мониторинга, инспекций, осмотров, прочих подводно-технических работ в ходе нормальной эксплуатации гидротехнического сооружения; особенно в зонах повышенного риска.

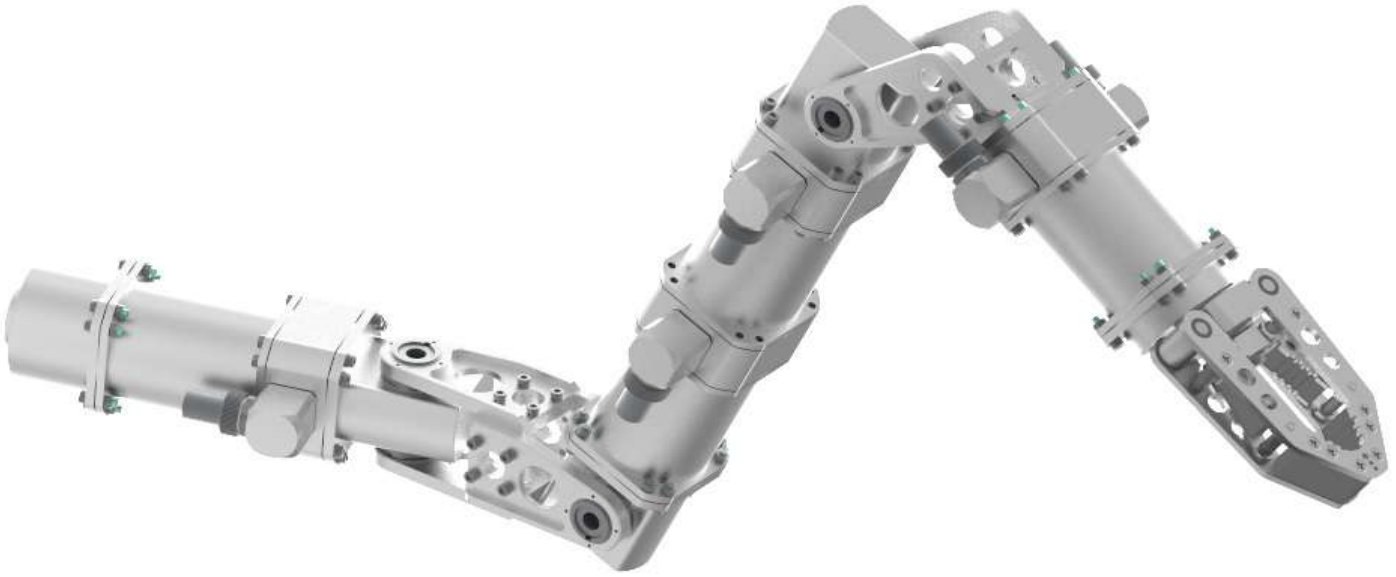


ПОДВОДНЫЙ МАНИПУЛЯТОРНЫЙ КОМПЛЕКС

Обоснование разработки:

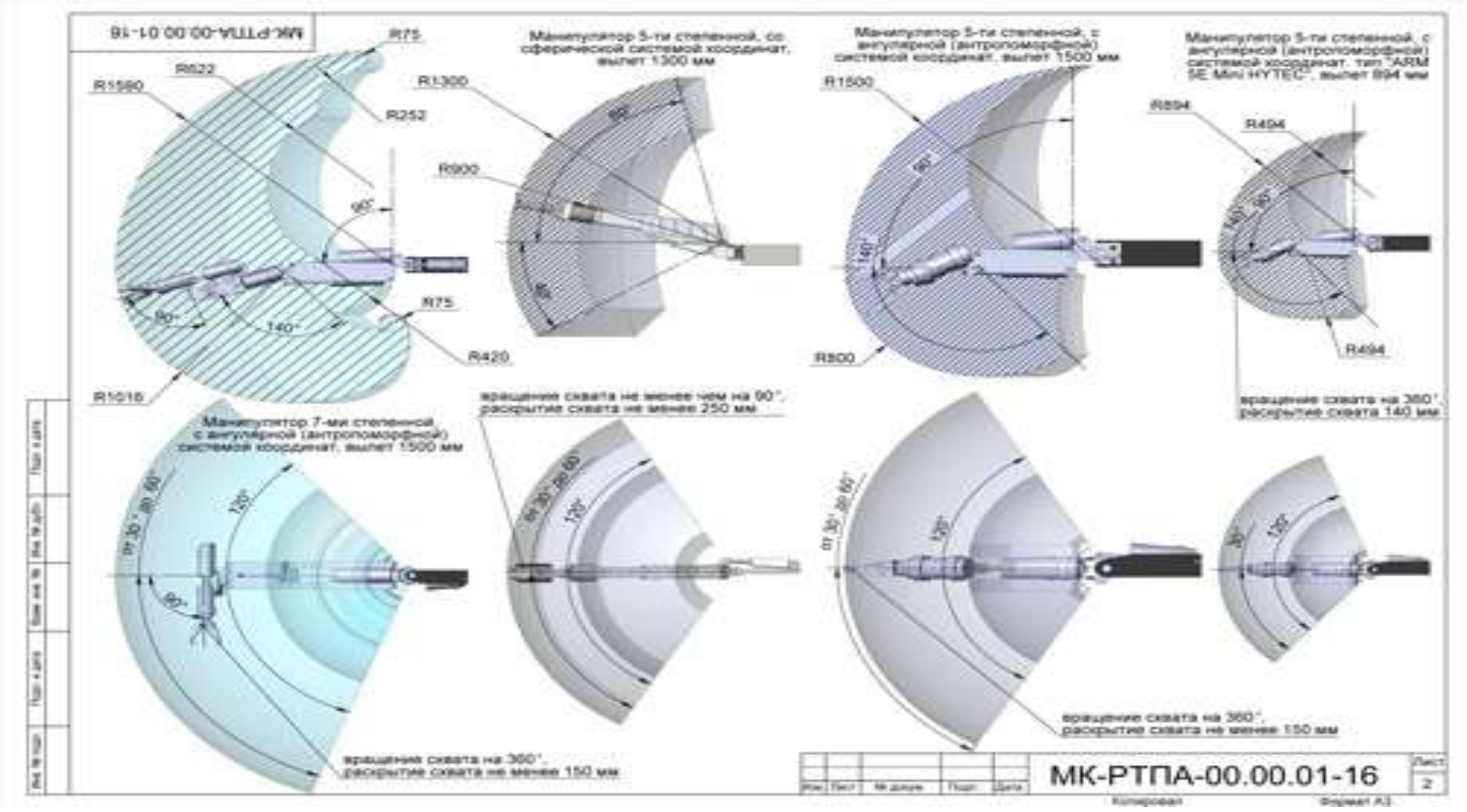
- Отсутствие на рынке среднегабаритного электрического манипулятора
- Имеющиеся недочеты в готовых конструкциях
- Необходимость создания единой платформы для установки на создаваемых РТС
- Необходимость интеграции комплекса с системами автоматического управления (с использованием ИИ, систем технического зрения, гидроакустики высокого разрешения)

ПОДВОДНЫЙ МАНИПУЛЯТОРНЫЙ КОМПЛЕКС

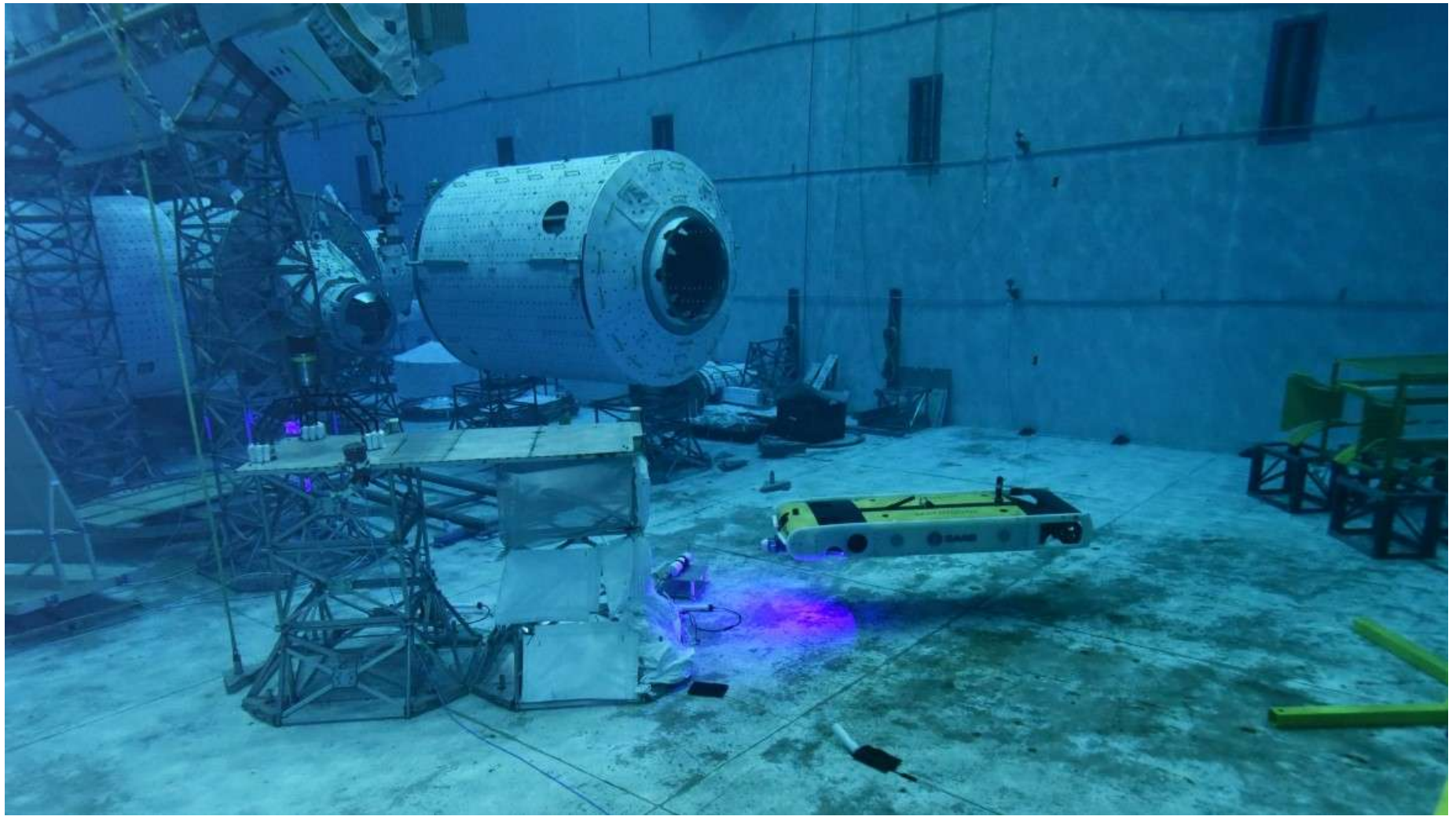


Манипуляторы, разрабатываемые АО «НПП ПТ «Оеанос»

ПОДВОДНЫЙ МАНИПУЛЯТОРНЫЙ КОМПЛЕКС



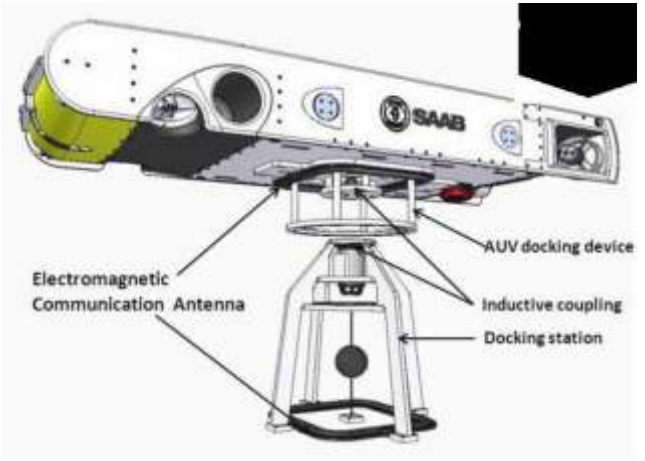
ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ - НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ АППАРАТОВ

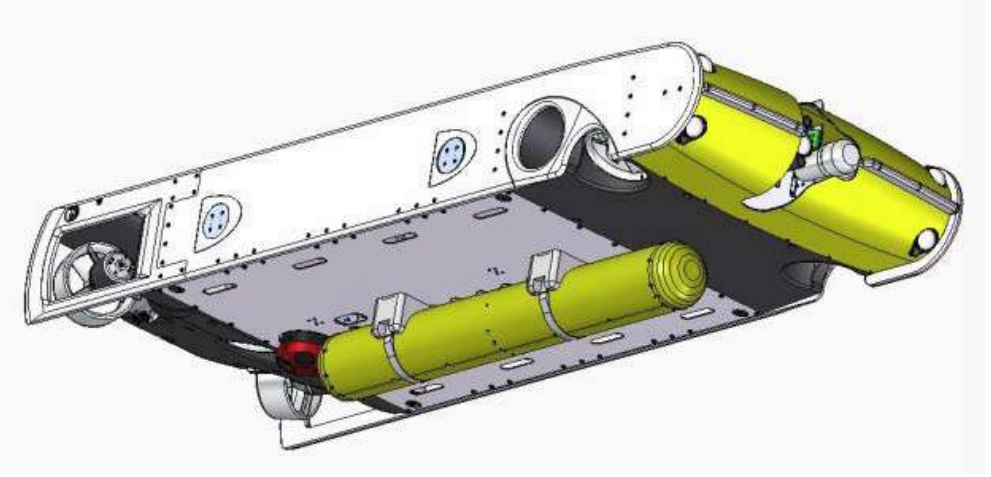


Аппарат Sabertooth использует специнструмент для поворота клапанов в ходе испытания аппарата в бассейне нулевой гравитации NASA, г.Хьюстон. Связь поддерживается по FSO (см. далее)

ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ - НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Sabertooth входит в док-станцию в автономном режиме





Расширенный функционал Sabertooth – совместная работа с другими объектами подводной инфраструктуры

Спасибо за внимание!

АО «Научно-Производственное Предприятие Подводных Технологий «Океанос»
194295, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Есенина, 19/2, тел./факс (812) 292 37 16,
e-mail: office@oceanos.ru, www.oceanos.ru