



Двенадцатая Всероссийская научно-практическая конференция
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ



ЭЛЕМЕНТЫ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ ПОДВОДНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.

АО «НПП ПТ «Океанос»

Б.А. Гайкович

В.Ю. Занин

В.А. Рыжов

И.В. Кожемякин

Открытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие Подводных Технологий «ОКЕАНОС»
www.oceanos.ru

- Инновационные инженерные решения в области создания подводной и морской техники с практической реализацией
- Техническое обеспечение Заказчиков на месте проведения работ
- Многообразии технических решений
- Организационные и консультационные услуги при проведении морских и подводных работ
- Обучение специалистов



Примеры выполненных проектов

- Стационарные, контейнеризованные и встраиваемые водолазные комплексы
- Модульные учебно-тренировочные комплексы водолазов
- Водолазное снаряжение и оборудование
- Подводные робототехнические системы

Новая страница развития морской робототехники

- От улучшения характеристик средств подводной робототехники – к новому математическому аппарату и групповым действиям.

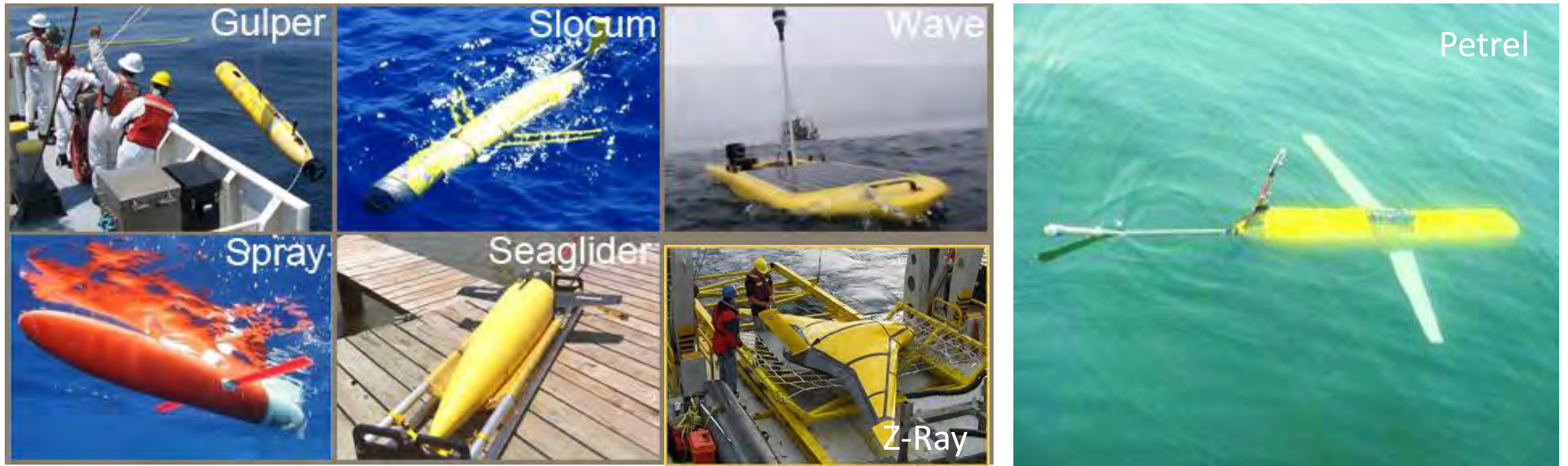


Демонстрация группового поведения – проект Xrobots и стая аппаратов Reef Scout

Элементы мультиагентной системы – характеристики некоторых МРТС

Тип системы	Наименование аппарата	Страна-производитель /Фирма	Примечания
Автономные необитаемые аппараты (АНПА)	АНПА REMUS	США - Норвегия / WHOI Oceanographic Systems Laboratory - Kongsberg (Hydroid LLC)	Семейство АНПА (Remus – 100, Remus – 600, Remus - 6000). Произведено более 400 шт в различных исполнениях
	АНПА HUGIN	Норвегия / Kongsberg	Семейство большеразмерных АНПА (на 1000, 3000, 4500 и 6000 м).
	АНПА BLUEFIN	США / General Dynamics Mission Systems (Bluefin Robotics)	Bluefin 9,12, 21 и 24, семейство AUV (50 исполнений на 80 произведенных аппаратов)
АНПА типа «подводный планер» (глайдер, АНПА-П)	АНПА-П SLOCUM (G2)	США / WHOI – Teledyne Webb Research	Наиболее популярное семейство термальных и электрических глайдеров, произведено свыше 500 шт.
	АНПА-П SEAGLIDER	США - Норвегия / Applied Physics Laboratory at University of Washington - iRobot - Kongsberg	Семейство АНПА-П (более 200 шт), первоначально разработанное по заказу U.S. NAVY's Office of Naval Research
	АНПА-П PETREL	Китай / Tianjin University	Два поколения (второе – гибридный глайдер) океанских АНПА-П

Создание аппаратов с гидродинамическими принципами движения



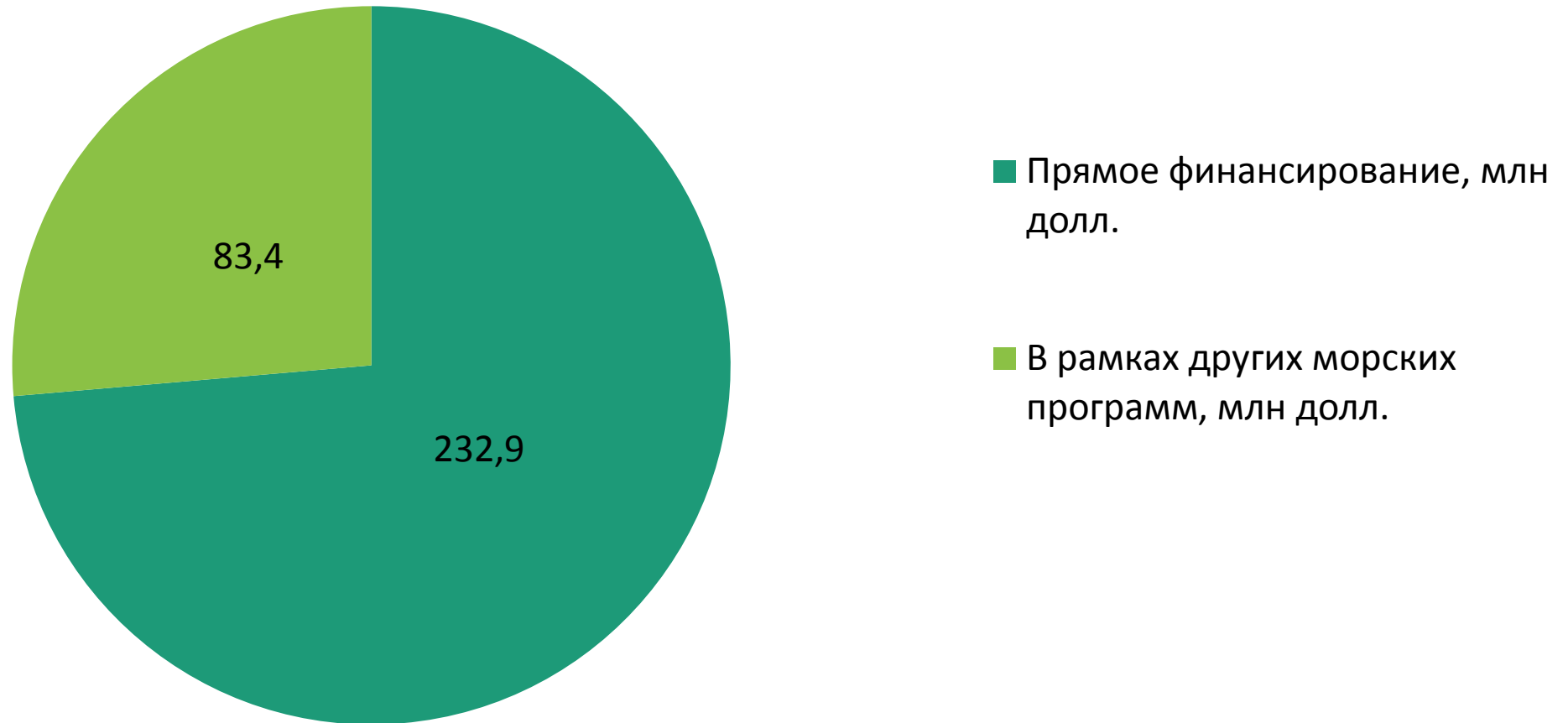
Некоторые модели зарубежных глайдеров

Элементы мультиагентной системы – характеристики некоторых МРТС (2)

Тип системы	Наименование аппарата	Страна-производитель /Фирма	Примечания
АНПА «Волновой глайдер» (поверхностный)	Wave Glider I, II, III	США / Boeing Company (Liquid Robotics)	Три поколения аппаратов (более 200 шт. I, II моделей и более 200 шт. III)
Донные базовые станции	VENUS	Канада / США	Система донных базовых станций для океанографических наблюдений и связи с подводными аппаратами (ТНПА/АНПА/АНПА-П)
	NEPTUNE	Канада / США	Система донных базовых станций для океанографических наблюдений и связи с подводными аппаратами (ТНПА/АНПА/АНПА-П)

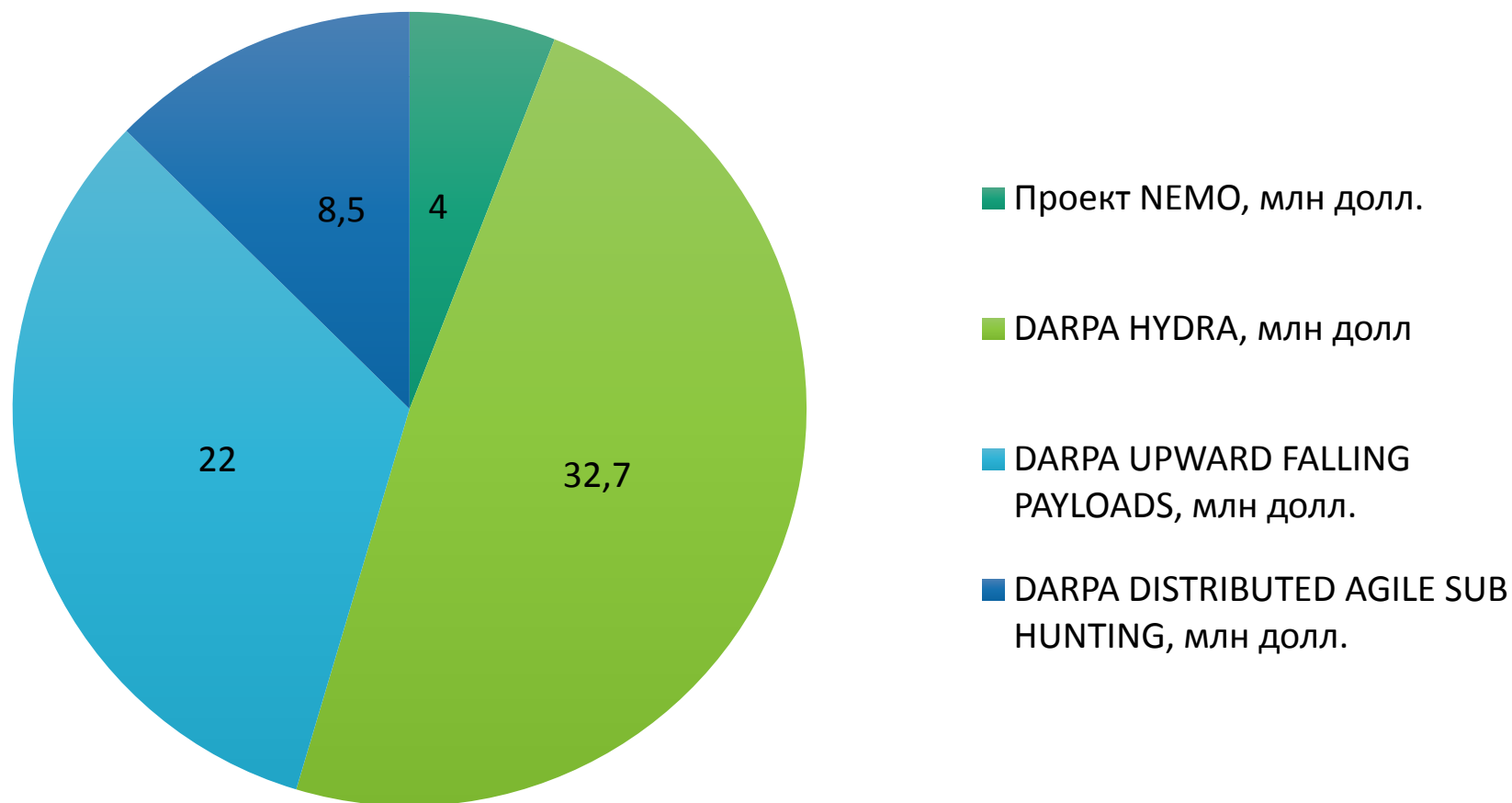
Финансирование проектов морских робототехнических систем

Финансирование МРТС правительством США (2016 г)



Финансирование проектов морских робототехнических систем (2)

Финансирование экспериментальных программ (2016)



Примеры реализованных групповых проектов

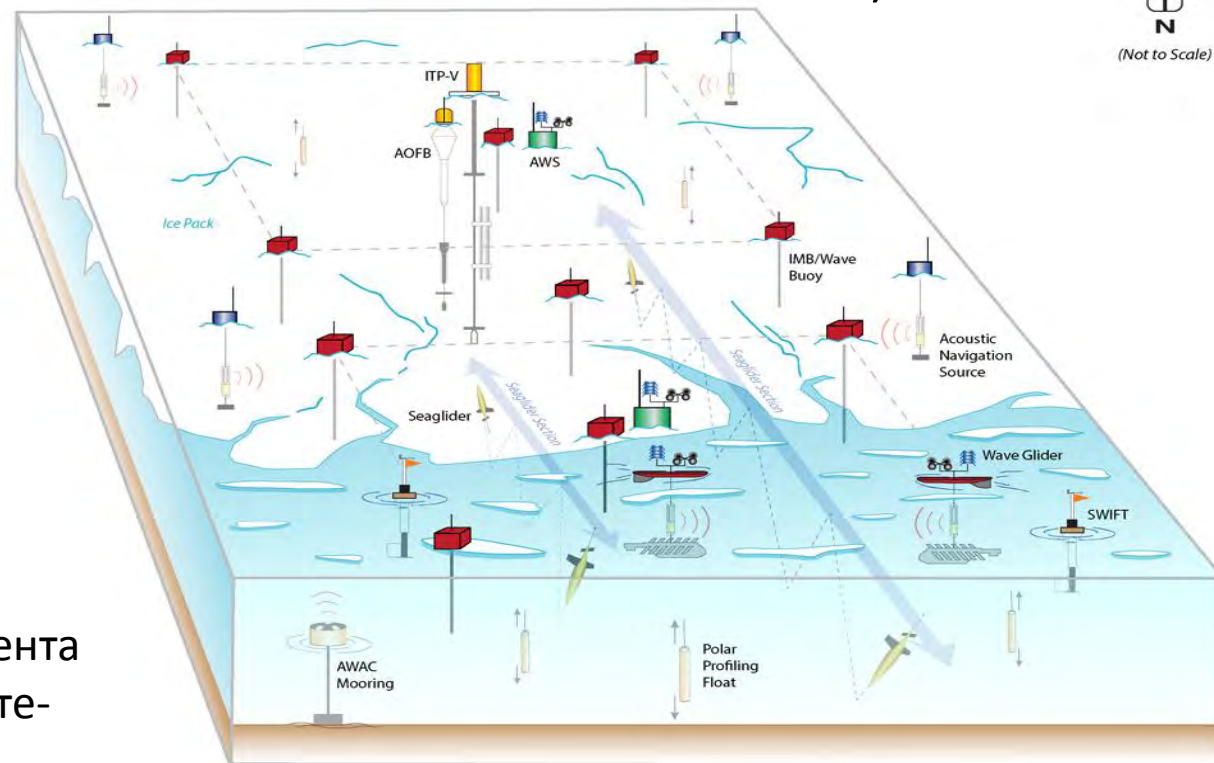
Наименование / Год	Задействованные аппараты	Описание
Без наименования / 2003	АНПА-П Slocum АНПА Remus	Совместная работа по исследованию фитопланктона оптическими датчиками OPD
WHOI / 2008	АНПА-П Slocum	Групповые исследования термоклина. Глайдеры, работая в группе, передавали исчерпывающую информацию по оперативной океанографии в районе работ.
NERC/MARS / 2011-н.в.	АНПА-П Slocum АНПА-П iGlider АНПА AquaSub АНПА REMUS АНПА Explorer	Широкомасштабные океанографические исследования в целях поиска возобновляемой энергии. Аппараты обменивались данными исследований по специальным протоколам.
Scripps Institute / 2015 – н.в.	Донные базовые станции АНПА-П Slocum АНПА Hugin Волновые Глайдеры	Программа оперативного мониторинга землетрясений и цунами. Волновые глайдеры буксируют специальные наблюдательные буи и малые аппараты в район работ, а далее осуществляют релейную связь с ними.
CoCORo / 2015-н.в.	Специально разработанные АНПА	Отработка управления гомогенными и гетерогенными системами, алгоритмов группового управления, большими группами аппаратов (до 41 АНПА). Реализация различных бионических алгоритмов. Демонстрация технологий.
Protector 2016	Надводные безэкипажные аппараты	Демонстрация группового охранения (12 дронов) и отражения атаки на головной корабль, по сценарию поражения USS Cole

Другие проекты с использованием разнородных МРТС

- GROOM (Gliders for Research, Ocean Observations&Management)
- PERSEUS (построение сети мобильных гидрофонов для акустического мониторинга океана)
- ACOBAR (Acoustic technology for Research in Arctic Ocean)
- GREENSEAS (мониторинг планктона)
- JERICO (Joint European Research Infrastructure Network for Coastal Observatories)
- MERMAID (Early Pollution Warning System)

и многие другие.

Иллюстрация мультиагентной системы мониторинга с использованием глайдеров из программного документа ВМС США «Arctic Roadmap 2020», описывающего стратегические цели США в арктическом регионе.



Кооперация по созданию семейства морских РТС



Создание семейства морских необитаемых аппаратов

С 2011 г. совместной инициативной рабочей группой ведется создание семейства морских робототехнических средств с гидродинамическими принципами движения, как элемента **Концепции системы морской подводной безопасности и мониторинга.**

- 2012 г. Силами ученых СГТУ создан лабораторный практический образец подводного глайдера (с рабочей глубиной до 100 м), проведены испытания
- 2013 г. Сформулирована концепция создания и развития робототехнических средств с гидродинамическими принципами движения
- 2013 г. СПб ГМТУ проводит серию гидродинамических расчетов по нескольким вариантам архитектуры глайдеров
- 2013 г. СПб ГМТУ совместно с ЗАО «НПП ПТ «Океанос» создает математическую модель подводного глайдера
- 2014 г. На базе математической модели СПб ГМТУ создана и испытана в аэродинамической трубе твердотельная продувочная модель подводного глайдера
- 2014 г. ЗАО «НПП ПТ «Океанос» создает полноразмерный образец подводного глайдера
- 2014 г. В СГТУ создан макет волнового глайдера
- 2014 г. Создается программное обеспечение глайдера в режиме самостоятельной стабилизации движения по препрограммируемым заданиям и отрабатывается интерфейс системы управления исполнительными механизмами
- 2014 г. Первые лабораторные испытания в испытательном бассейне СПб ГМТУ
- 2015 г. Создается программное обеспечение глайдера в режимах теле- и автономного управления движением по препрограммируемым заданиям.
- 2015 г. Интерфейс пользователя ПО унифицируется с ПО управления БПЛА
- 2015 г. Начато сотрудничество с компанией «Криотерм» по использованию радиоизотопных и термогенераторных энергетических модулей
- 2015 г. Начаты испытания на открытой воде и в опытовых бассейнах. По результатам испытаний глайдер широко модифицируется.
- 2016 г. Проведены широкомасштабные натурные испытания и исследования.

Создание платформы семейства АНПА

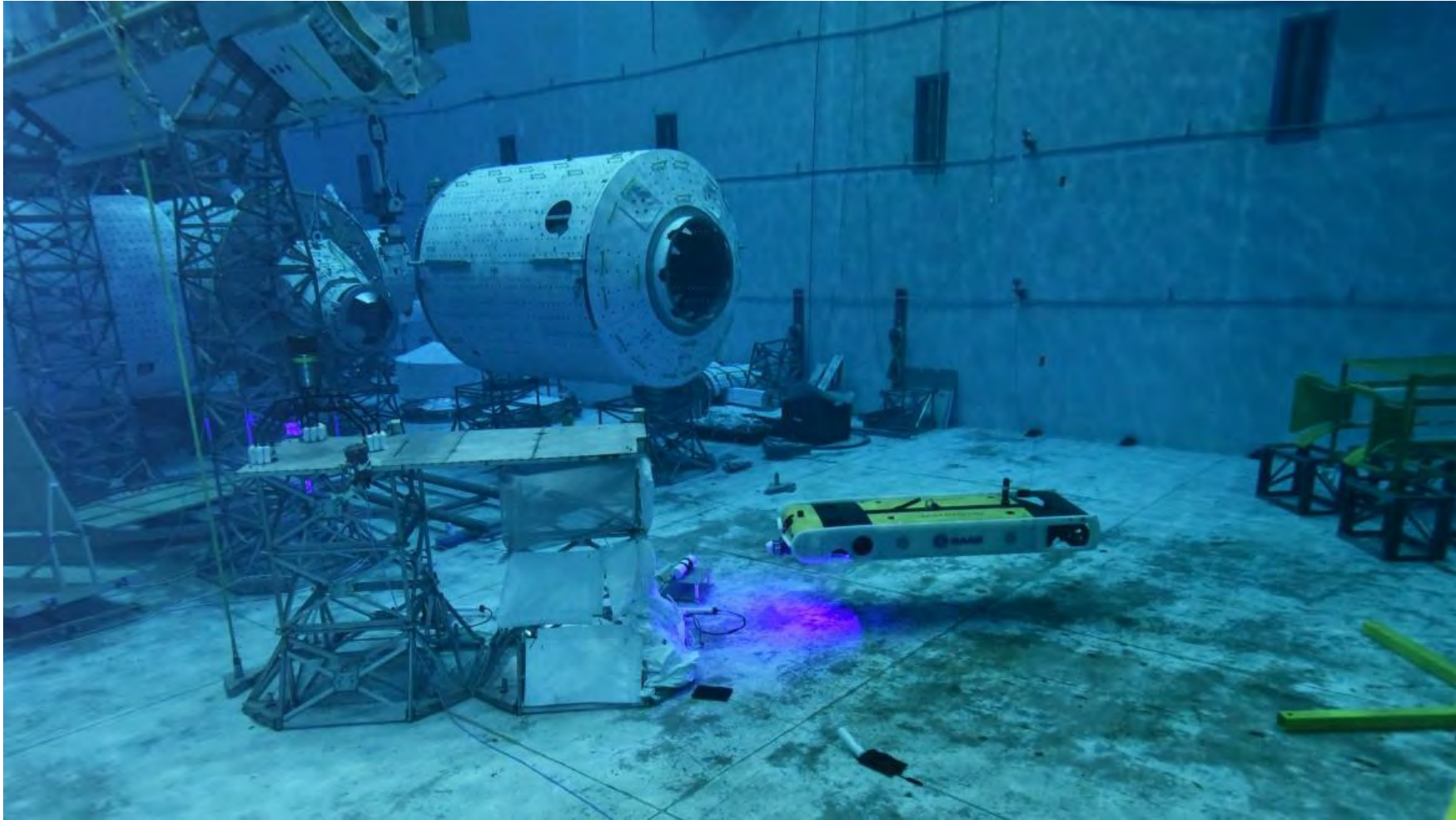


Разработанный АО «НПП ПТ «Океанос» аппарат типа «глайдер» в ходе испытаний на открытой воде – полностью готовый к работе и со снятыми обтекателями и крыльями в ходе предпускового обслуживания. 2014-2015 гг.

Практические испытания глайдера

[видео]

Перспектива дальнейших работ - новая генерация универсальных подводных аппаратов

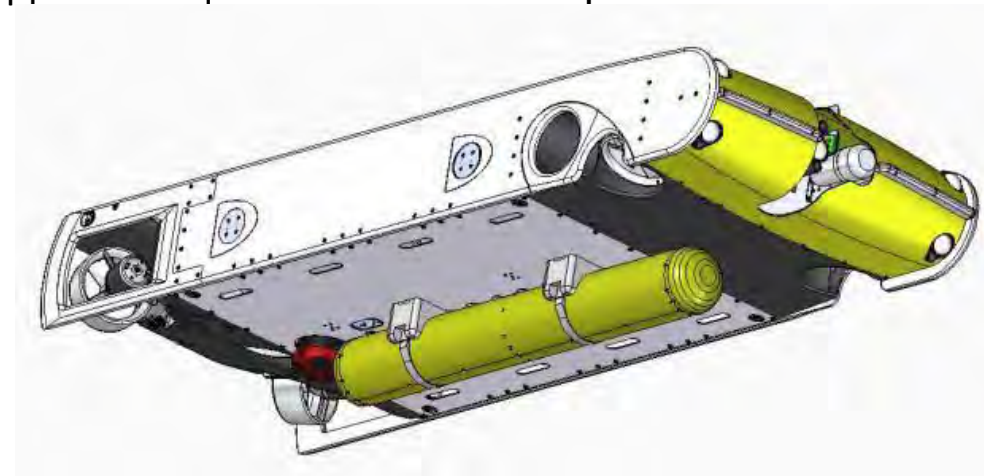
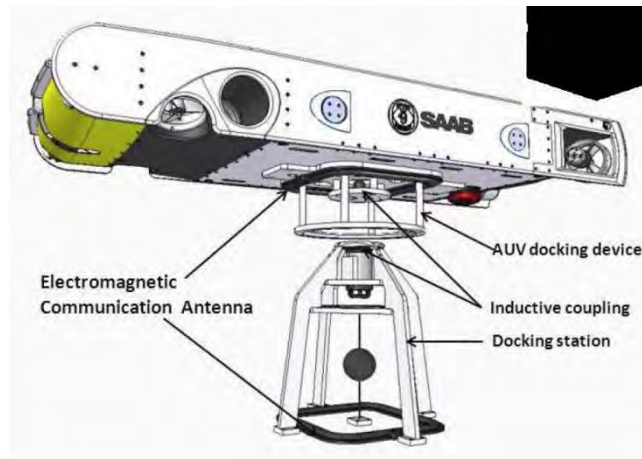


Sabertooth использует специнструмент для поворота клапанов в ходе испытания аппарата в бассейне нулевой гравитации NASA, г.Хьюстон. Связь поддерживается по FSO (см. далее)

Новая генерация универсальных подводных аппаратов

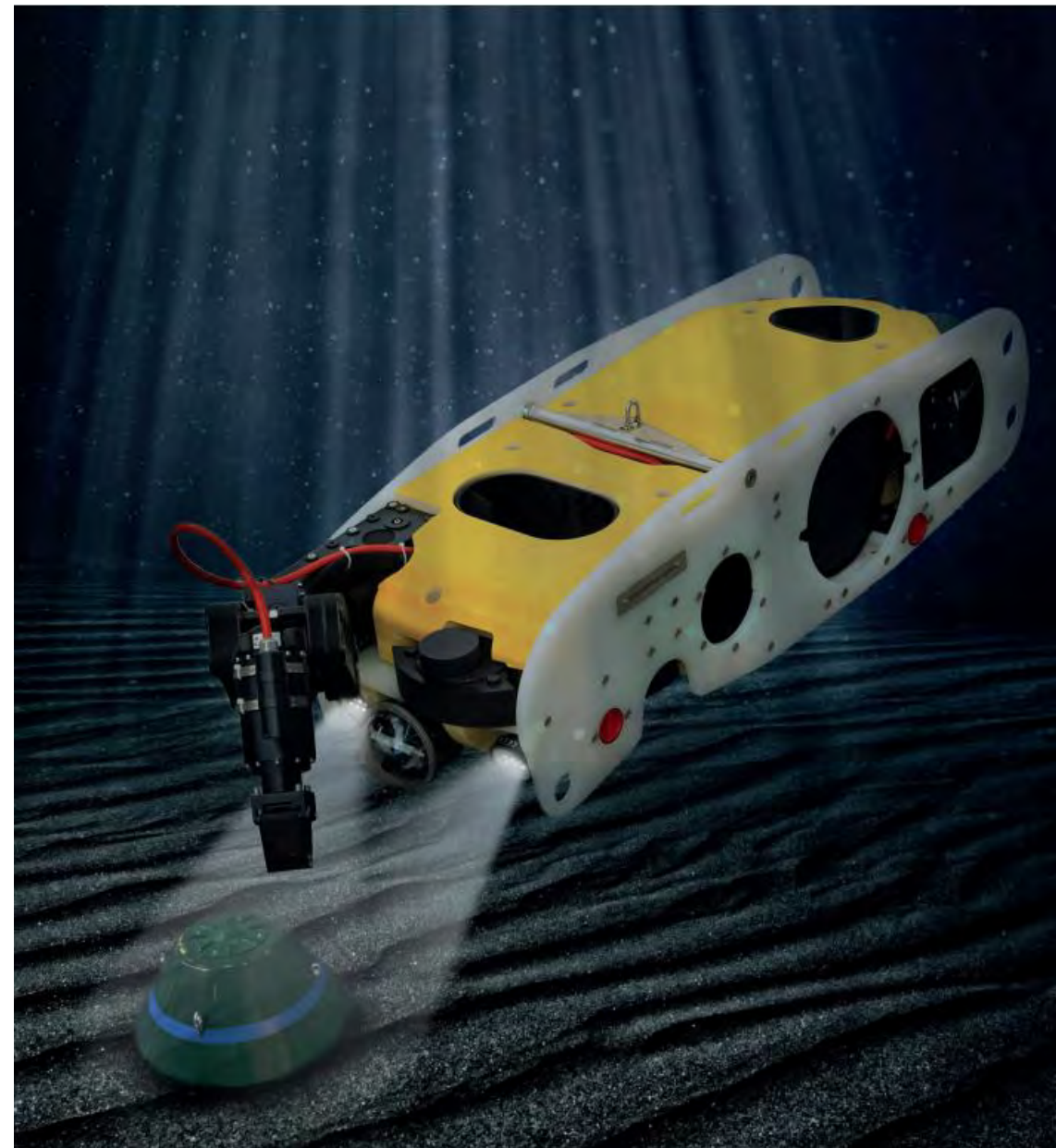
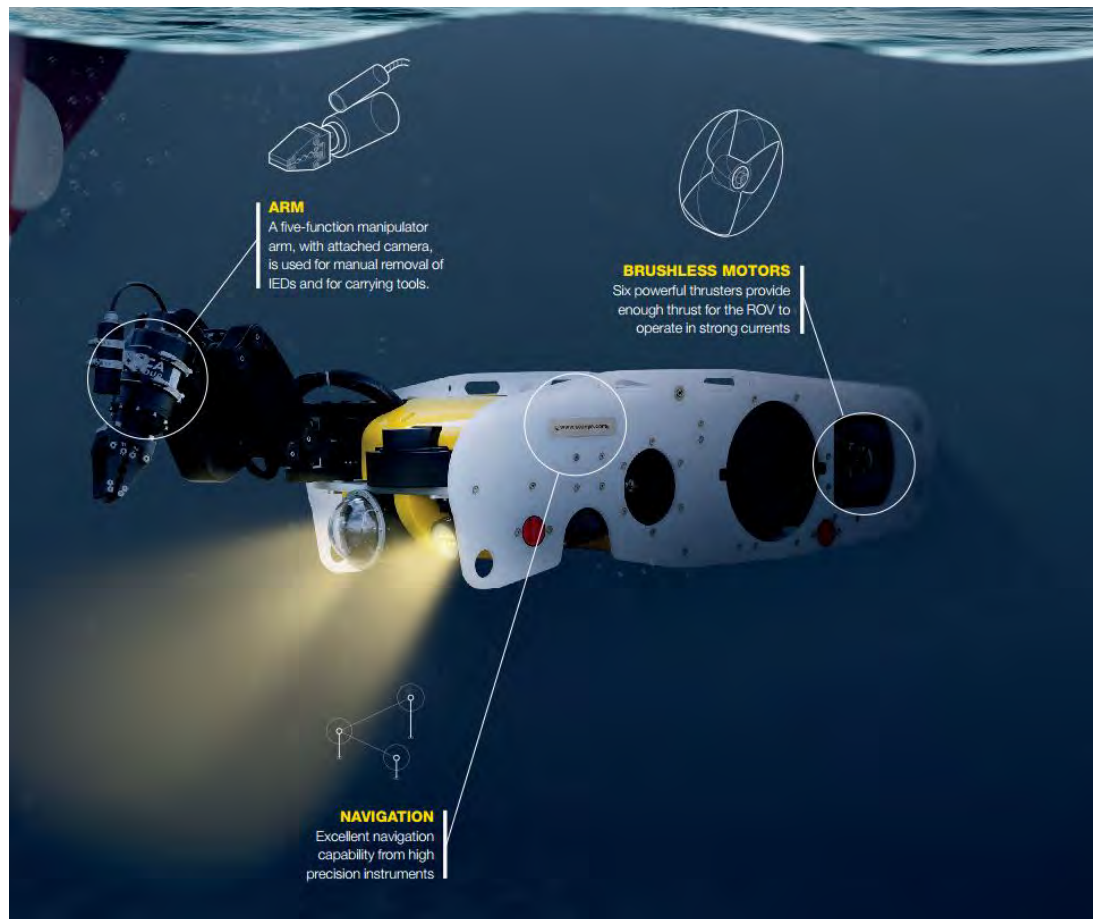


Sabertooth входит в док-станцию в автономном режиме



Расширенный функционал Sabertooth – совместная работа с другими объектами подводной инфраструктуры

Перспективы развития ТПА с прецизионным манипулятором – SAAB Sea Wasp



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



Телеуправляемый подводный аппарат

АО «НПП ПТ «Океанос» имеет богатый опыт в поставке, эксплуатации и ремонте ТПА различных классов.

В качестве основного ТПА используется собираемый в РФ аппарат типа Н300Мк2 со следующими характеристиками:

- Рабочая глубина – до 300 м
- Длина кабеля – до 500 м
- Вес в воздухе – от 70 кг
- Скорость в воде – до 3.5 узлов



Телеуправляемый подводный аппарат

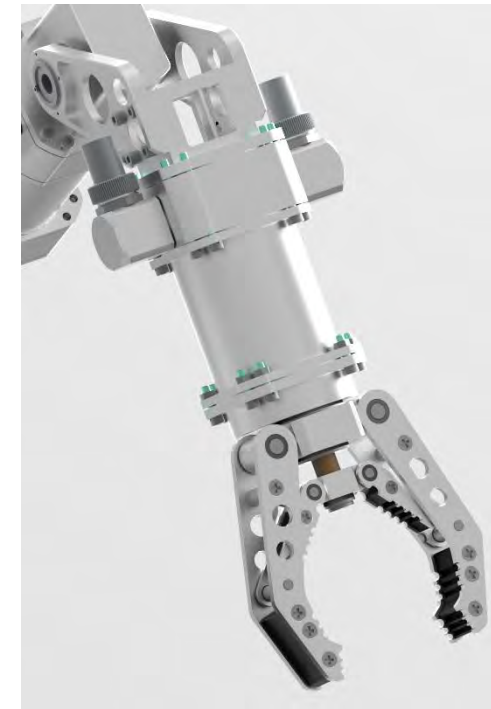
- Аппарат Н300Мк2 **собирается в Российской Федерации** на основе согласованных в ФСО РФ Технических условий (ТУ).
- Все критические компьютерные компоненты ТПА – производства РФ**, с соответствующими специальными проверками и исследованиями.
- Аппарат создан на основе разработанной АО «НПП ПТ «Океанос» 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)

Манипуляторное устройство

АО «НПП ПТ «Океанос» ведет разработку и создание полноценного 5-ти функционального полностью электрического манипулятора, с возможностью использования на ТПА и АНПА (в режиме прямого управления). В настоящий момент манипуляторные устройства, имеющиеся на рынке, либо не соответствуют требованиям (т.к. в основном предназначены для тяжелых РТПА), либо недоступны вследствие санкций. Таким образом, разработка отечественного манипулятора является приоритетной задачей.



Манипуляторы, разрабатываемые АО «НПП ПТ «Океанос»

Выводы

При текущем состоянии дел для поддержания конкурентоспособности РФ выход можно найти только в создании современной, высокотехнологичной единой системы наблюдения за морем с высоким уровнем использования робототехнических средств, причем создание и развертывание такой системы необходимо начинать в ближайшее время.

АО «НПП ПТ «Океанос» и организации-члены кооперации по созданию морских РТС продолжают дальнейшую разработку и усовершенствование семейства автономных подводных аппаратов с целью повышения эффективности их работы и открыты для продуктивного сотрудничества со всеми заинтересованными организациями, особенно в области решения задач поведения и SWARM-технологий, так как помимо разработки самих аппаратов и специализированного программного и аппаратного обеспечения, стоит задача создания математического аппарата и алгоритмизирования глобального взаимодействия элементов строящейся гетерогенной системы между собой

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

