VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
«АРКТИКА: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ»

Перспективные технологии мониторинга океанографических данных

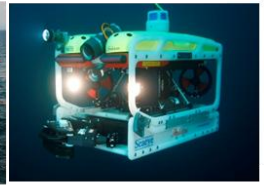
Начальник Управления
оборонных исследований и разработок СПбГМТУ
Кожемякин И.В.

MIR-2

Эволюция средств мониторинга океана

Научно-исследовательские суда

Обитаемые подводные аппараты

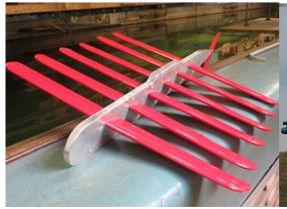


ТНПА и АНПА

Космические аппараты

Дрейфующие буи

Заякоренные буйковые станции



Надводные и подводные глайдеры

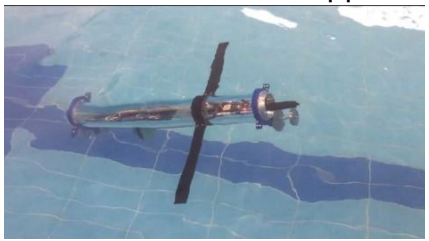
В системы сбора океанографических данных сегодня, кроме судов и подводных аппаратов, входят разветвленные сети дрейфующих и заякоренных буев, автономных измерительных станций, глайдеров, а также спутники дистанционного зондирования Земли.

Технические средства	Преимущества	Недостатки
Космические аппараты	Глобальный охват Высокая периодичность измерений	Ограниченное количество параметров Высокая стоимость Измерения только поверхностного слоя
Научно -исследовательские суда	Большая автономность Комплексные исследования Возможность использования АНПА, ТНПА, буев и т.д.	Низкая исследовательская производительность Высокая стоимость строительства и содержания Зависимость от погоды
Обитаемые подводные аппараты	Комплексные исследования Исследования глубин	Низкая исследовательская производительность Низкая автономность Зависимость от средств обеспечения и погоды
Телеуправляемые и автономные подводные аппараты	Низкая стоимость Исследования глубин Отсутствие риска для людей	Низкая исследовательская производительность Низкая автономность Зависимость от средств обеспечения и погоды
Дрейфующие буи	Низкая стоимость Отсутствие риска для людей	Одноразовое применение Зависимость от течений и ветров Ограниченное количество параметров Зависимость от погоды
Заякоренные буйковые станции	Низкая стоимость Длительность измерений Отсутствие риска для людей	Зависимость от средств обеспечения Ограниченное количество параметров Ограниченный район, зависимость от погоды
Надводные и подводные глайдеры	Низкая стоимость Длительность измерений, независимость от погоды Отсутствие риска для людей Возможность смены района	Низкая исследовательская производительность Ограниченное количество параметров

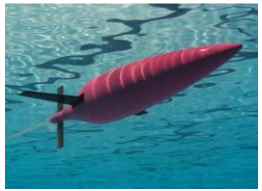
Создание аппаратов с гидродинамическими принципами движения

- 1960 г. Создание концепта аппарата-носителя водолазов Concept Whisper
- 1985 г. Начало работ в США агенством DARPA по программе SBIR (аппараты с термальным источником энергии)
- 2004 г. Начало работы надо проектом X (Z)-Ray – глайдера типа «летающее крыло» в рамках военного проекта Liberdade.
- 2005 г. Компания Webb Research представляет первый коммерческий образец подводного аппарата типа подводный «глайдер»
- 2007 г. Аппараты Seaglider (Рабочая группа Вашингтонского университета), Slocum (Webb Research) и Spray (Институт океанографии Скриппса) совершают групповой переход от США до Бермудских островов. Общая стоимость программы создания глайдеров на тот момент – свыше 20 000 000 USD.
- 2008 г. Глайдеры Seaglider начинают постоянное метеорологическое и океанографическое наблюдение в заливе Монтерей (проект Института океанографии залива Монтерей)
- 2008 г. Глайдеры Seaglider в глубоководном исполнении используются в годовом мониторинге моря Лабрадор
- 2009 г. Первый трансатлантический (до побережья Испании) переход глайдера Slocum
- 2011 г. Появление на коммерческом рынке безкрыльевого глайдера Sea Explorer.
- 2011-2012 г. Начат и закончен переход группы 4 глайдеров по маршруту Сан-Франциско – Гаваи – Австралийское побережье (около 17 000 км).
- 2012 г. Волновой глайдер Wave Glider II компании Liquid Robotics устанавливает мировой рекорд, проплыв в автономном режиме более 14 000 миль за год.
-2015 г. Создание Webb Research прототипа термального глайдера с положительным энергетическим балансом.

На сегодняшний день в России 7 лабораторных макетов и ходовых стендов подводных глайдеров и 2 модели волновых глайдеров отечественной разработки и производства



В 2012 г. в СамГТУ-СПбГМТУ был разработан первый российский экспериментальный макет подводного глайдера. В 2014 г. СПбГМТУ совместно с ЗАО НПП «Океанос» разработан и изготовлен ходовой стенд подводного глайдера второго поколения. В течение 2015-16гг. он проходит различные испытания на открытой воде. В 2015-16гг. в СПбГМТУ проходят испытания масштабной модели волнового глайдера, предназначенные для исследований влияния характеристик надводного и подводного модулей на ходовые качества.



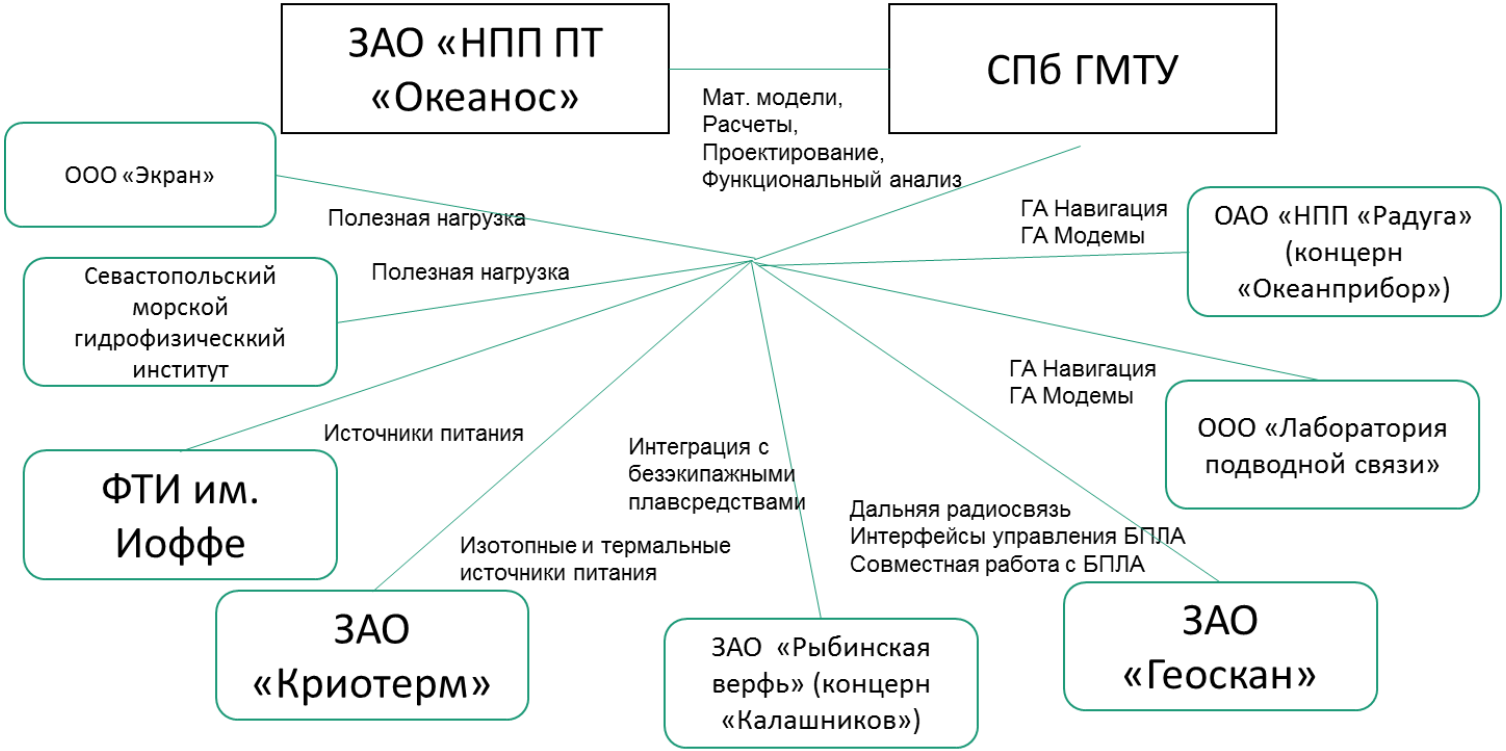
Для сравнения: в США создано более 2000 глайдеров различного назначения, профинансированы заказы компании LRI на несколько сотен волновых глайдеров. В период 2013-16гг. проводятся различные испытания сетецентрической системы океанографических наблюдений с использованием АНПА и глайдеров различного типа

Создание семейства морских необитаемых аппаратов

Характеристика	Значение
Длина корпуса (без антенны)	2720 мм
Диаметр корпуса	320 мм
Размах крыльев	1680 мм
Объем МИПа* носового	2,7 л
Объем МИПа кормового	3,1 л
Система точной дифферентовки и изменения угла крена	Продольное и радиальное смещение батарейного блока
Вес	130 кг
Горизонтальная скорость	0.5 м/с
Масса полезной нагрузки	25 кг
Глубина погружения	100 м для лабораторного образца, 1000 м для рабочего образца (при той же конструкции, с заменой материала корпуса).
АКБ, типа	Литий-ионная
Емкость	70 АЧ

Глайдер в опытовом бассейне СПб ГМТУ при подготовке к спуску, 2013-2014 гг.

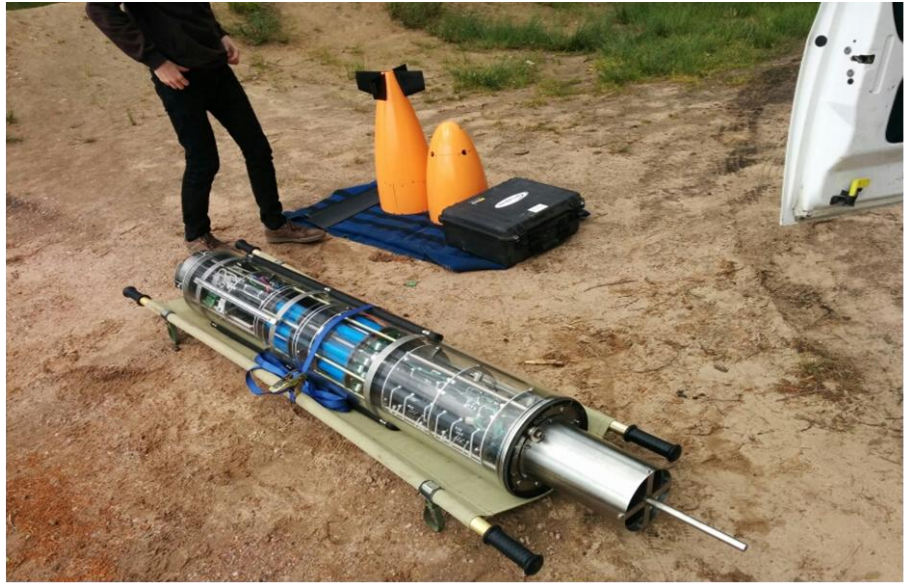
Кооперация по созданию семейства морских РТС



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 макет подводного глайдера (с рабочей глубиной до 5 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 архитекуры глайдеров
- 2013 г. СПб ГМТУ совместно с ЗАО «НПП ПТ «Океанос» создают математическую модель подводного глайдера и крено-дифферентный стенд лабораторной отработки программного обеспечения
- 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» совместно с СПбГМТУ создают 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. Проводятся широкомасштабные, в т.ч. длительные испытания на открытой воде.

В 2015 г. работы по созданию аппарата типа «глайдер» и мультиагентной робототехнической системы были отмечены 1 премией Конкурса инновационных разработок Министерства энергетики Российской Федерации.

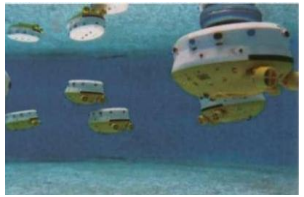


Аппарат типа «глайдер» в ходе испытаний на открытой воде – полностью готовый к работе и со снятыми обтекателями и крыльями в ходе предспускового обслуживания. 2014-2015 гг.

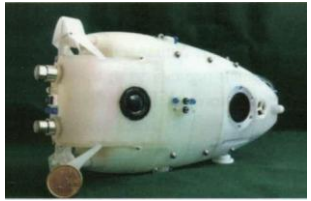
Демонстрация на открытой воде в ноябре 2016 года

Микророботы для океанографических исследований.

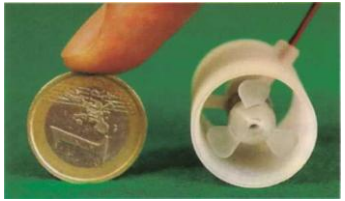
Работа австрийского университета Грац с участием специалистов Германии, Великобритании, Италии и Бельгии по созданию системы CoCoRo (Collective Cognitive Robots).



Группа микроАНПА «Lily»



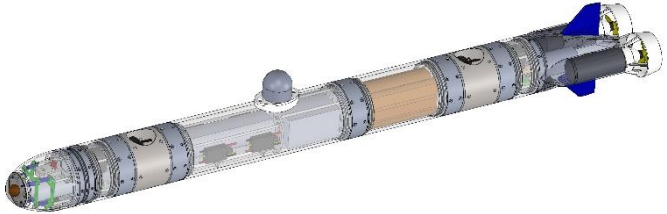
микроАНПА «Jeff»



движитель микроАНПА «Jeff»

микроАНПА «ANGEL»

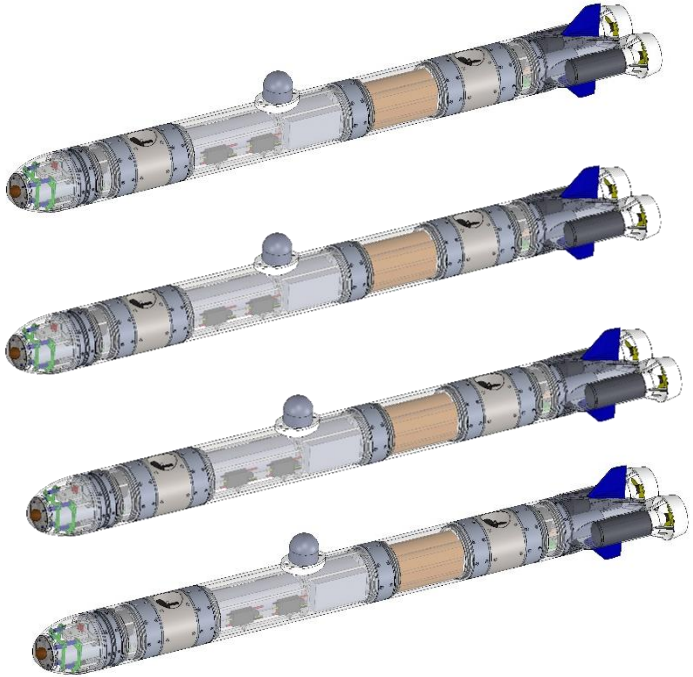
Работа СПбГМТУ по созданию носимых микророботов для работы в подледных условиях



Диаметр - 98 мм;
Длина - от 880 до 1340 мм;
модульная конструкция, модификация глайдер – АНПА;
Вес - 8 кг;
Время работы - 2 часа; Скорость - 2,5 м/с;
Глубина погружения - 100 метров;
Оснащение: гидроакустические средства навигации и связи, СТД-датчики, телевидение, Wi-Fi;
Опционно: пробоотборник на 5 проб воды.
В процессе изготовления и сборки 2 изделия с возможностью совместной работы .

Преимущества группового использования АНПА

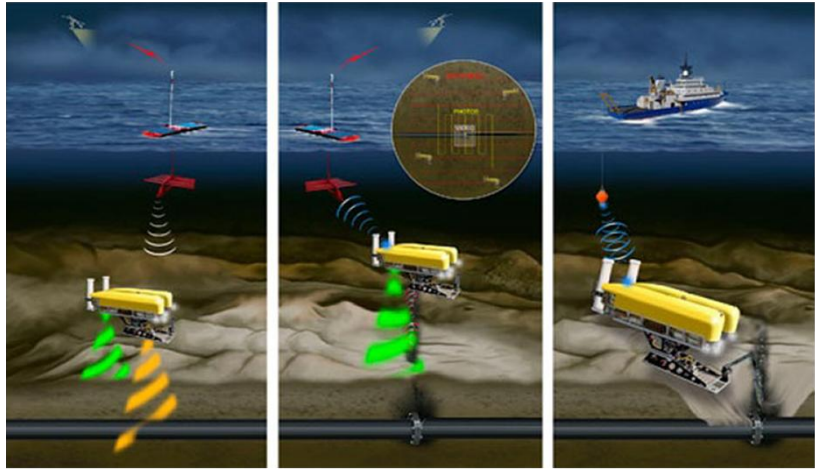
- Масштабируемость – построение сети из многих агентов (АНПА) - 2, 4, 8, 16 ...
- Функционал группы больше, чем просто сумма функционалов отдельных агентов
- Постоянное взаимодействие между агентами
- Устойчивость функционала группы в целом к выходу из строя отдельных агентов.

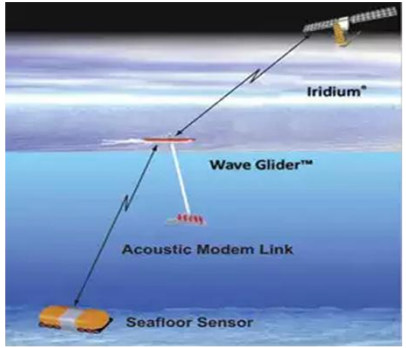


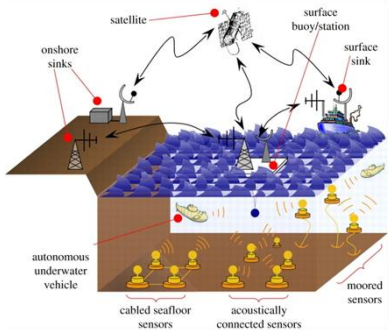
В результате использования группы АНПА могут быть получены:

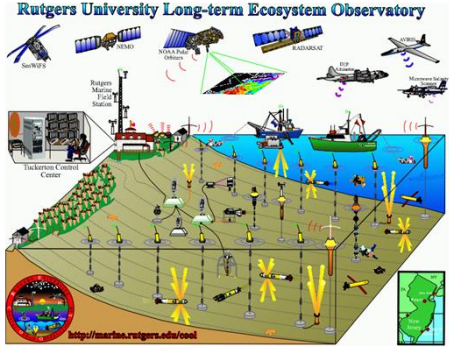
- распределенные наборы 3D данных с высоким разрешением;
- большие объемы океанологических измерений за меньшее время;
- одновременные измерения характеристик в нескольких местах;
- существенное уменьшение затрат на процесс сбора данных.

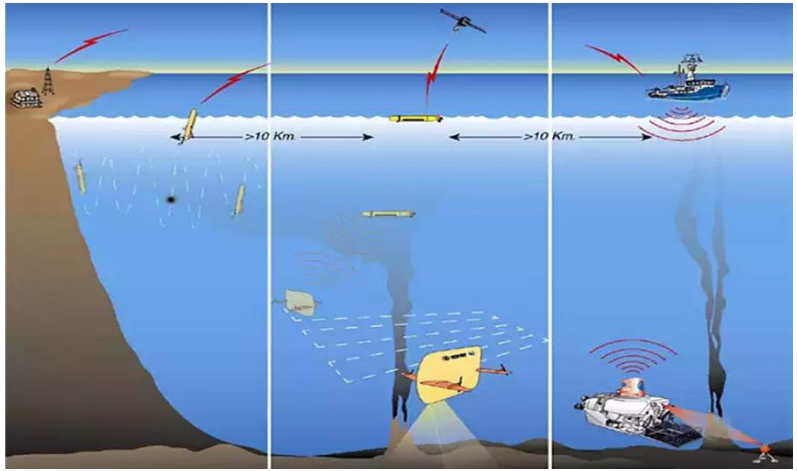
Совместное использование различных робототехнических средств.

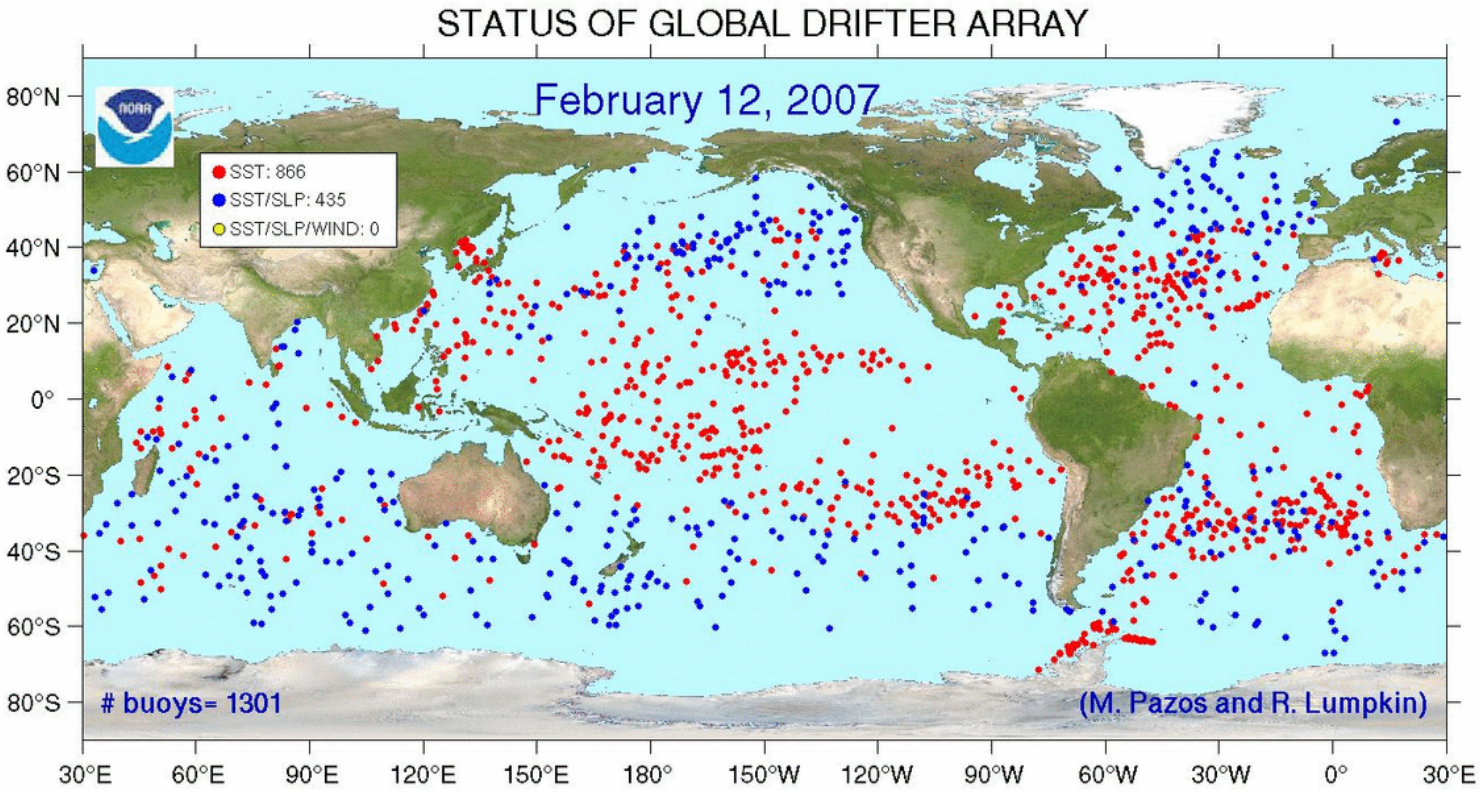











STATUS OF GLOBAL DRIFTER ARRAY
February 12, 2007
SST: 866
SST/SLP: 435
SST/SLP/WIND: 0
buoys= 1301
(M. Pazos and R. Lumpkin)
80°N
60°N
40°N
20°N
0°
20°S
40°S
60°S
80°S
30°E
60°E
90°E
120°E
150°E
180°
150°W
120°W
90°W
60°W
30°W
0°
30°E

Уже в ближайшем будущем робототехнические комплексы существенно дополнят классические методы океанографических исследований, особенно в Российском секторе Арктической зоне

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ