



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ»
(ФГБУ «АНИИ»)

АНО ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАВИГАЦКАЯ ШКОЛА»



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Состояние и задачи мониторинга природных условий
Обь-Енисейского устьевого региона
на фоне изменяющегося климата и интенсивной хозяйственной деятельности»

(г. Санкт-Петербург, 22-23 октября 2024 г.)

Использование малых парусных судов для океанографических исследований в открытом море

2024



Использование малых парусных судов для океанографических исследований в открытом море

- Современное состояние океанографических исследований
- Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов
- Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований
- Специальное оборудование для глубоководных исследований
- Заключение



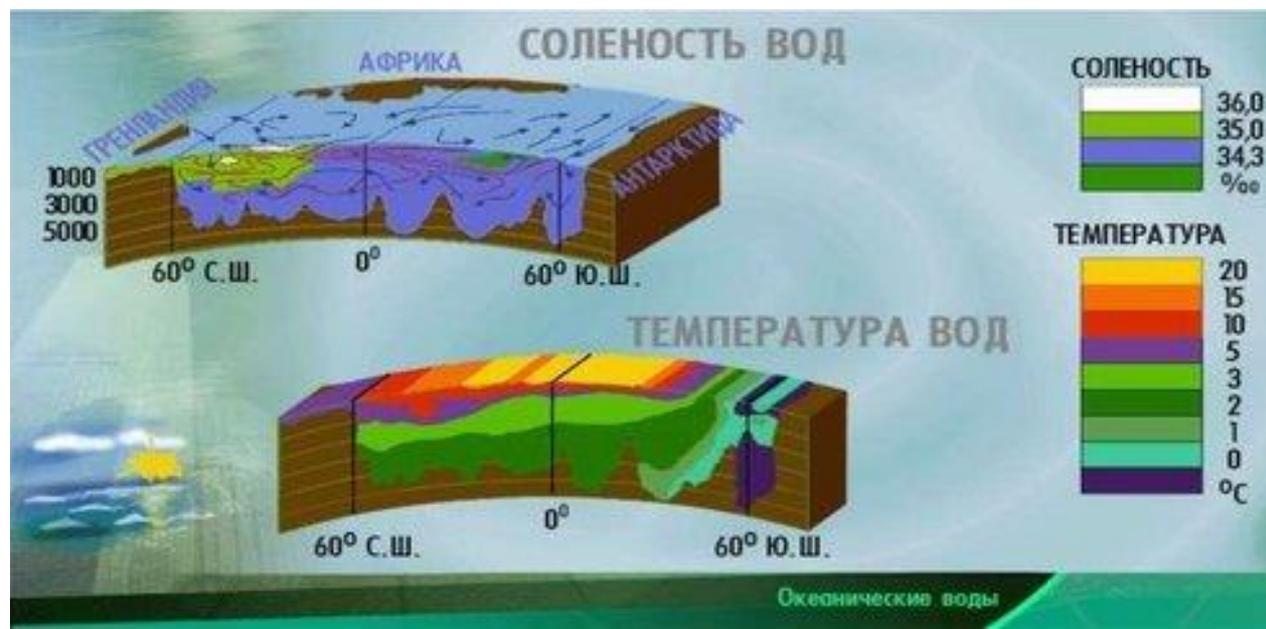
Современное состояние океанографических исследований

• Необходимость систематических океанографических исследований

Моделирование гидрологических процессов необходимо для многих отраслей человеческой деятельности, в том числе, для:

- обеспечения безопасности мореплавания,
- метеорологического прогнозирования,
- проектирования и строительства различных прибрежных сооружений,
- рыбной ловли,
- добычи полезных ископаемых,
- прогнозирования экологической обстановки.

Для этого требуется огромный экспериментальный материал о пространственно-временной изменчивости гидрофизических параметров.

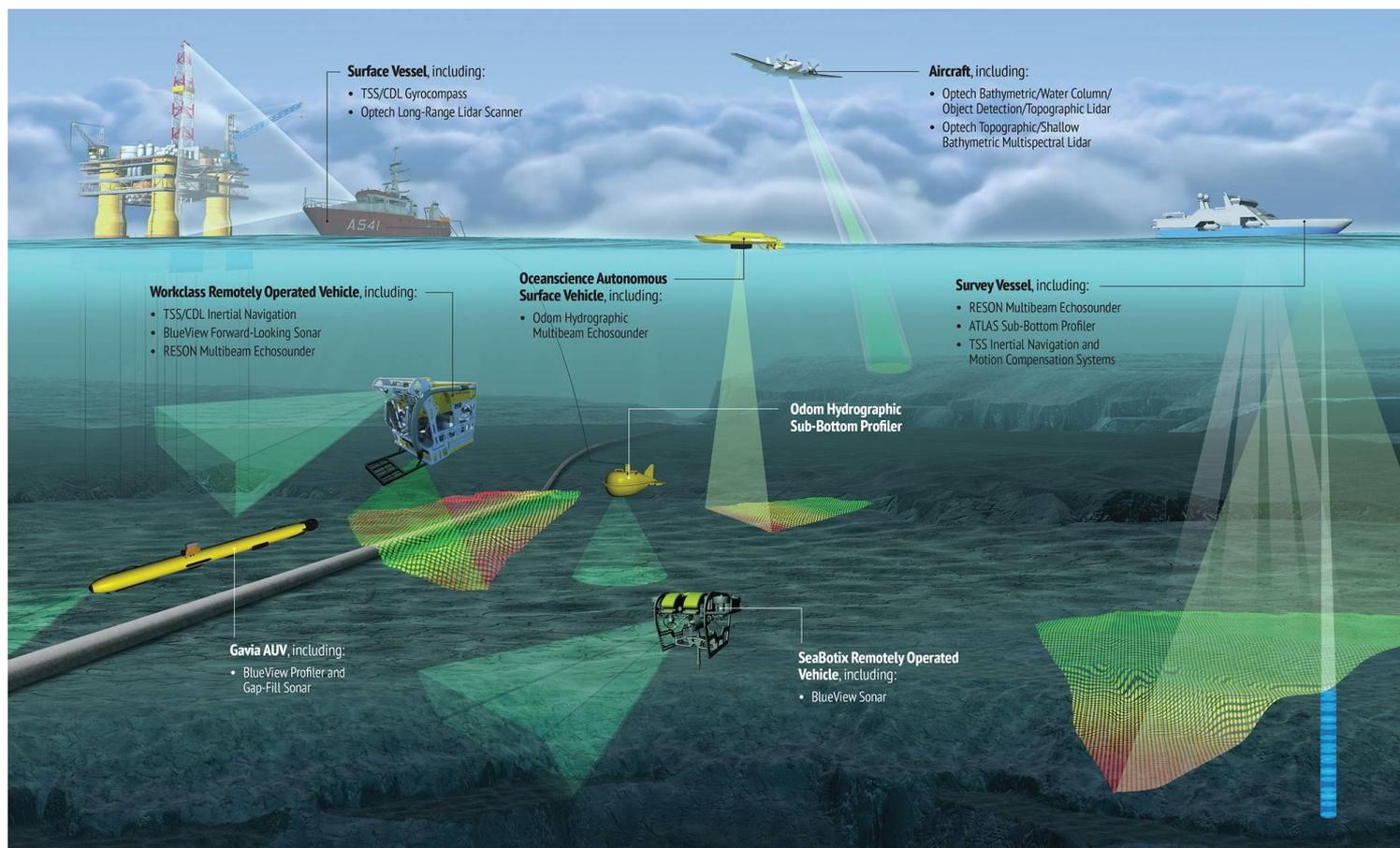


Современное состояние океанографических исследований



• Необходимость систематических океанографических исследований

Судовые океанографические работы проводятся на отдельных океанографических станциях, на последовательных рядах станций – океанографических разрезах и в виде океанографических съемок, выполняемых на станциях и разрезах одним судном или группой судов с целью получения информации о пространственном распределении океанографических величин в определенный период времени в исследуемом районе моря или океана.





Современное состояние океанографических исследований

- **Сокращение научно-исследовательского флота**

Несмотря на то, что последние годы получили развитие спутниковые наблюдения и сбор информации при помощи автономных буйковых станций, научно-исследовательские суда (НИС) остаются основным средством исследования морей и океанов.

Интенсивность экспедиционных океанографических исследований в силу политических и экономических причин в постсоветские годы значительно снизилась. Значительно сократилось количество российских научно-исследовательских судов.

Россия сегодня сталкивается с острой необходимостью обновления флота, поскольку 27 из 29 судов построены до 1990 г. и морально устарели. Их износ составляет 80-85%. На сегодняшний день Россия обладает только одним современным научно-экспедиционным судном «Академик Трешников».



Современное состояние океанографических исследований



- **Прекращение международных программ**

Многие программы океанографических исследований, осуществляемые в последние десятилетия, были международными. Россия активно участвовала в климатических и геосферно-биосферных программах TOGA, WOCE, JGOFS, GLOBALCHANGE, и др.

В настоящее время участие России во многих международных органах и организациях фактически парализовано. Арктический совет, являющийся основным механизмом межгосударственного диалога по северной проблематике, перестал действовать на фоне отказа западных стран от контактов с Россией.

Перспективы возвращения нормальных международных связей со странами Европы и Северной Америки сомнительны.

Военно-политическая напряженность в арктическом регионе усиливается.

В этих условиях развитие океанографических исследований возможно только опираясь на собственный опыт и технологическую базу.



Современное состояние океанографических исследований



- **Зависимость от иностранного научного и технологического оборудования**

Унификация методик наблюдений и координация международного обмена данными, осуществляемые Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Межправительственной океанографической комиссией (МОК), использовались как повод для продвижения на рынке научного оборудования приборов иностранного производства.

Приборный парк российского производства последние 30 лет не развивался. Нарботки и опыт времен СССР во многом не соответствуют современной элементной базе и технологиям.



Современное состояние океанографических исследований



- **Государственная политика в сфере научно-технического развития и импортозамещения**

Государственная политика в сферах научных исследований и инновационных разработок реализуется Правительством РФ исходя из приоритетов и задач, обозначенных в Указе Президента РФ от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года». Ее основные направления определены в Стратегии научно-технологического развития РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 1.12.2016 г. № 642. Инструментом реализации Стратегии является государственная программа РФ «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», утвержденная постановлением Правительства РФ от 29.03.2019 г. № 377.

Снижение импортозависимости, технологический суверенитет стали особенно актуальны начиная с весны 2022 года в условиях радикального ухудшения отношений с большинством индустриально и технологически развитых стран, масштабных санкций и рисков их эскалации.



Современное состояние океанографических исследований



- **Государственная политика в сфере научно-технического развития и импортозамещения**

Вопрос обновления научно-исследовательского флота, в том числе для работы в условиях Арктики и Антарктики, отражён в государственной программе «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2015–2030 гг.».

В документе первым приоритетным направлением государственной политики в области развития судостроительной промышленности указано создание конкурентоспособной специализированной морской техники, в том числе судов и плавательных средств для освоения континентального шельфа и Северного морского пути, создание высокотехнологичных среднетоннажных транспортных судов и судов обеспечения, высокотехнологичных рыбопромысловых судов и морских и речных научно-исследовательских и научно-экспедиционных судов.





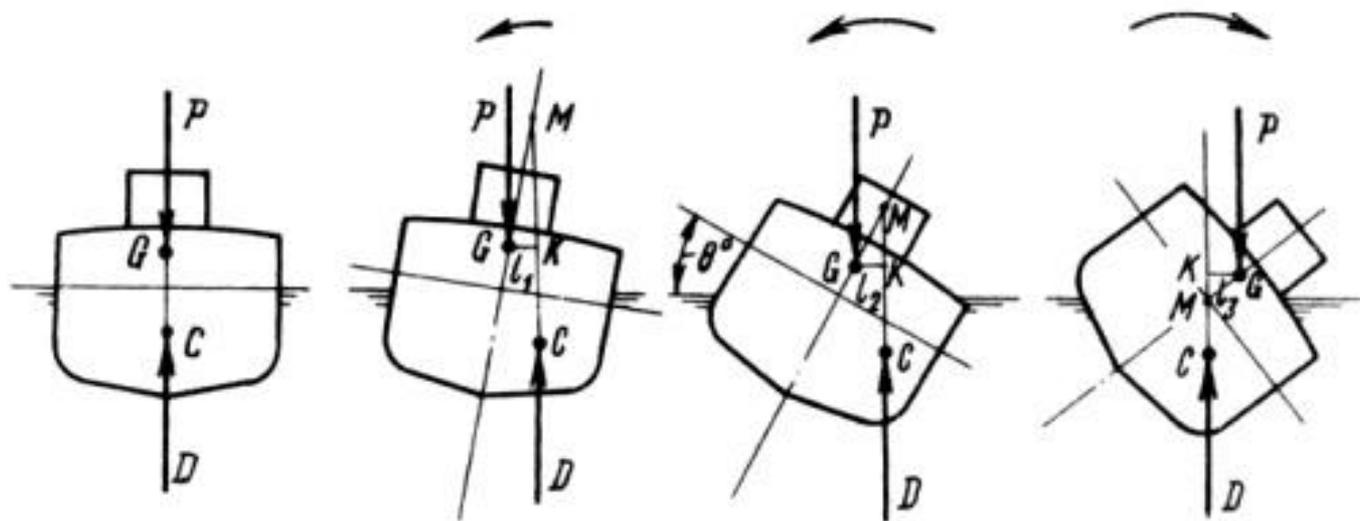
Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов

- **Остойчивость**

Мореходность – способность судна сопротивляться стихии (волна, ветер, низкие температуры).

Остойчивость – основной фактор, определяющий мореходность судна.

Потеря остойчивости – преодоление судном критического угла крена, когда восстанавливающий момент сменяется опрокидывающим.



Остойчивость на малых и больших углах крена. Потря остойчивости.

Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов



- **Остойчивость**

Принципиальное конструктивное отличие малых парусных судов от судов других типов – тяжелый балластный киль.



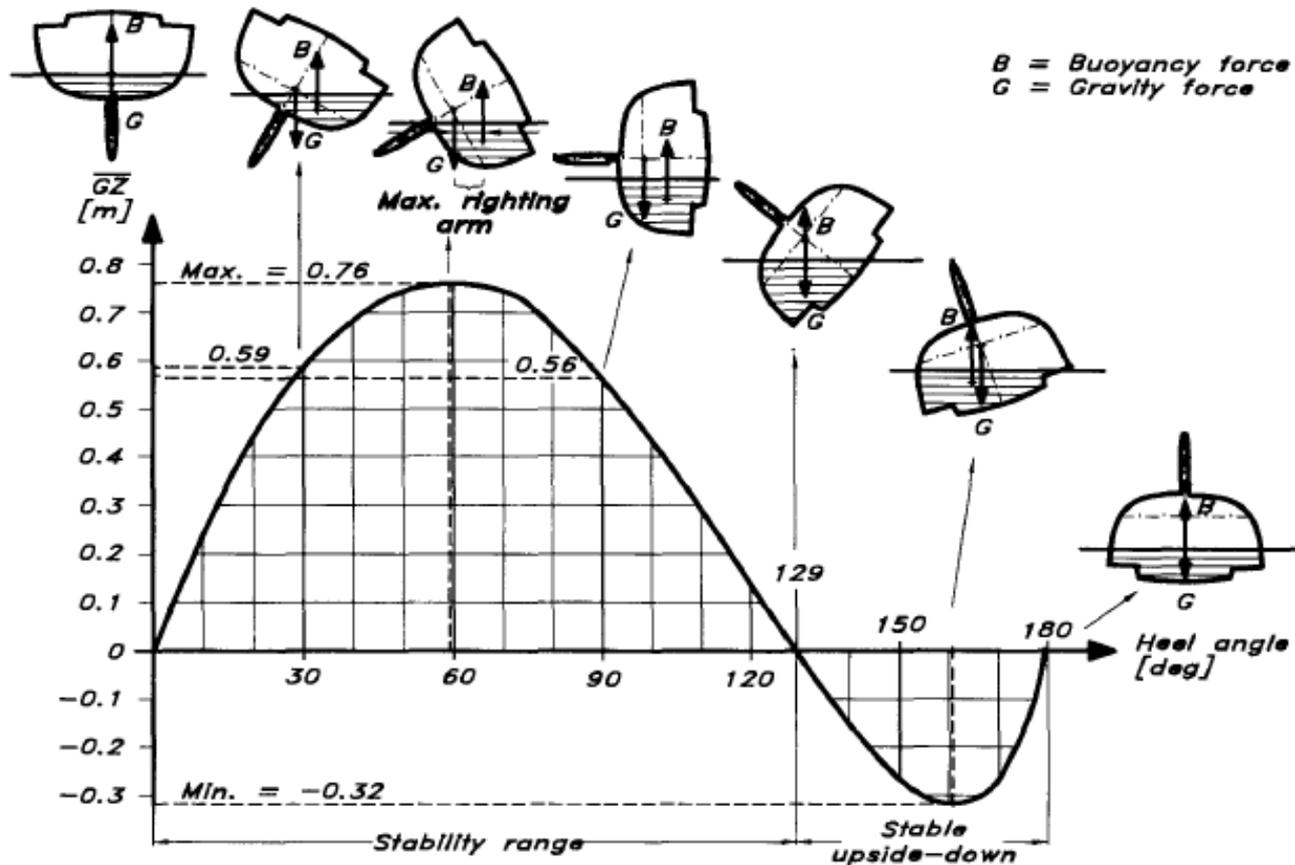
Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов



- **Остойчивость**

Центр тяжести малых парусных судов расположен очень низко вследствие наличия балластного киля.

Критический угол крена (угол заката диаграммы статической остойчивости) составляет 120-150 град.



Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов



- **Остойчивость**

Практически неограниченная остойчивость => практически неограниченная мореходность.





Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов

- **Движение и управление**

В открытом море используется в основном парусная тяга.

Против ветра современное парусное судно может двигаться под углом около 45 град к направлению истинного ветра.

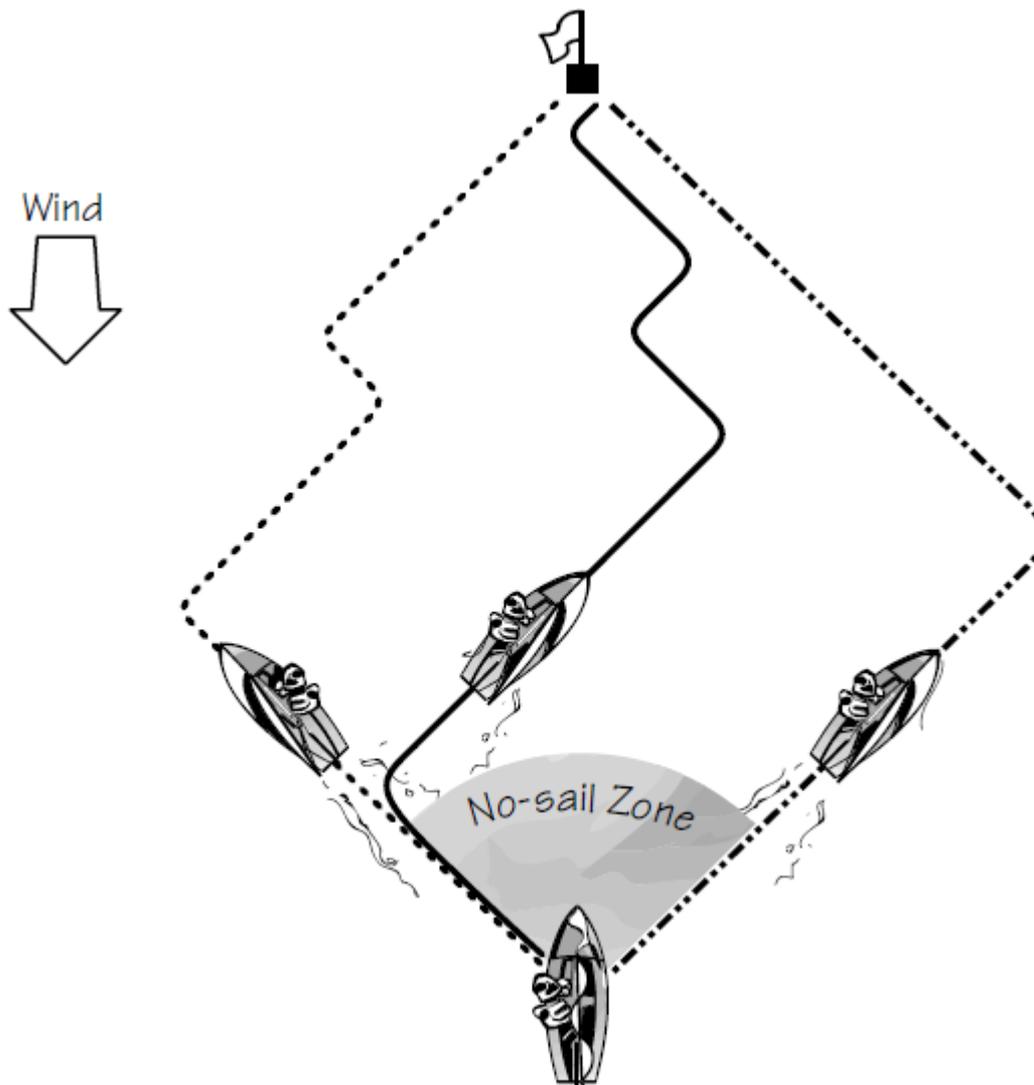


Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов



- Движение и управление

Лавировка – зигзагообразное движение против ветра со сменой галсов.

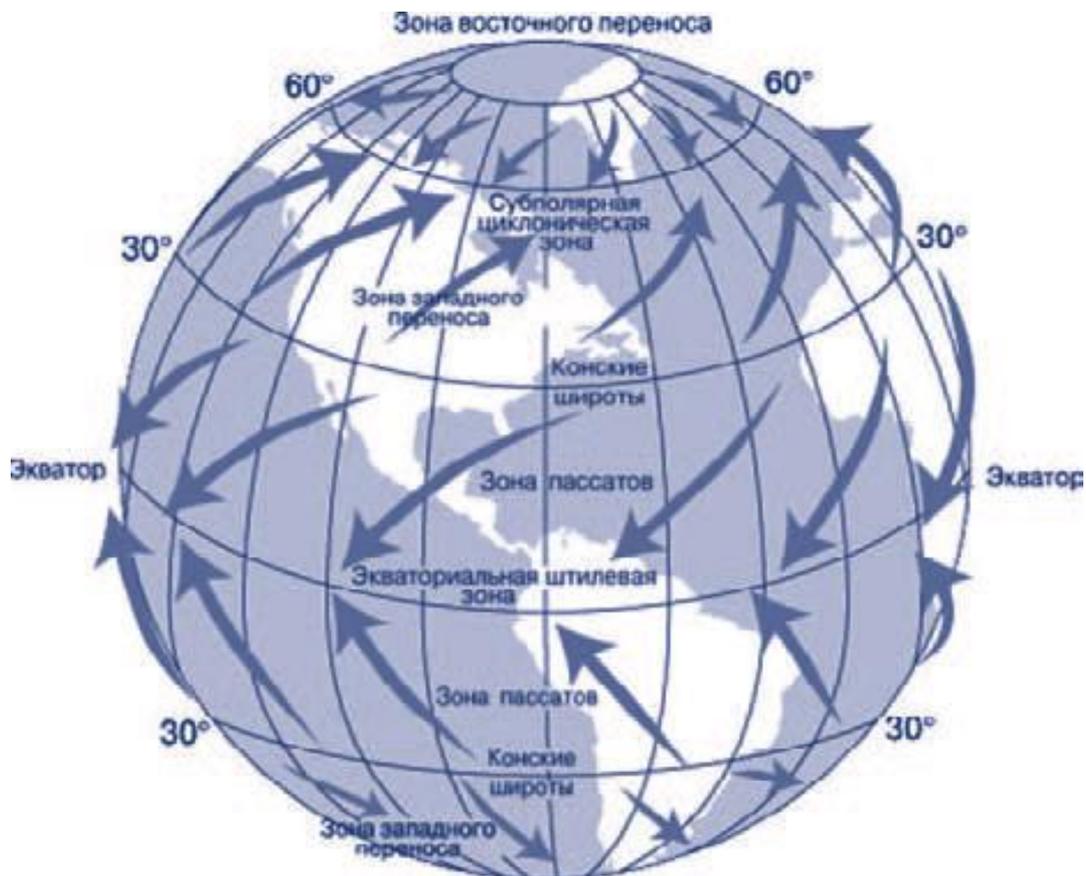


Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов



- **Движение и управление**

В океанском плавании маршрут прокладывается в соответствии с преобладающими ветрами.





Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов

- **Экономичность малых парусных судов**

Низкие расходы на подготовку малых парусных судов для выполнения океанографических работ и на финансирование экспедиционного плавания на них позволяет в короткие сроки значительно увеличить флот НИС и количество океанографических съемок, в том числе, несколькими судами одновременно.

Стоимость малого парусного судна 10-20 млн. руб.

Цена судо-суток 150-300 тыс. руб.





Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов

- **Правовой статус и научный состав**

На научно-исследовательское судно с некоммерческим статусом НЕ распространяется действие многих международных конвенций:

- Конвенция об охране человеческой жизни на море (SOLAS),
- Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несению вахты (STCW),
- Конвенция о грузовой марке (CLL) и др.

Минимальный набор судовых документов:

- судовой билет,
- судовая роль,
- разрешение на судовую радиостанцию.

Вместимость малых парусных судов 8 – 12 чел.

Научный состав 6-9 человек, прошедших начальную подготовку по управлению парусным судном.





Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов

• Достоинства и недостатки малых парусных судов

Главными преимуществами малых парусных судов по сравнению с судами с механическим двигателем являются их:

- Практически **неограниченная мореходность**, что дает возможность плавать и выполнять океанографические работы практически в любом районе мирового океана,
- Высокая **экономичность**.

Также **достоинствами** являются:

- Большие автономность и дальность плавания,
- Высокая маневренность и управляемость,
- Возможность плавания по мелководью,
- Высокая доля научного состава в экипаже,
- Малая шумность,
- Отсутствие сброса сточных вод и выброса выхлопных газов,
- Слабое возмущение поверхностного слоя,
- Низкий борт, позволяющий во многих случаях отбирать пробы и оперировать приборами без необходимости использования подъемных механизмов,
- Упрощенные административные и навигационные процедуры.



Особенности конструкции и эксплуатации малых парусных судов

- **Достоинства и недостатки малых парусных судов**

Недостатками малых парусных судов являются:

- Небольшие вместимость и грузоподъемность, позволяющие использовать только компактное и легкое научное и технологическое оборудование,
- Низкая энергообеспеченность,
- Относительно низкая скорость,
- Значительный крен при движении под парусами.

Перечисленные недостатки не являются критичными. Достоинства малых парусных судов с лихвой их перевешивают.

Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований



В настоящее время накоплен достаточно большой опыт океанографических исследований с борта малых парусных судов как за рубежом, так и в России. Использование малых парусных судов расширяет спектр решаемых задач, повышает эффективность полевых исследований, прежде всего, в прибрежной зоне, в которой наблюдаются наибольшие пробелы в обеспеченности натурными данными.

Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований



Яхта «Тара» (LOA 36 м.) Построена во Франции в 1989 г.
Водоизмещение – 200 т, материал корпуса - алюминий,
вместимость - 17 человек.

Tara Arctic (2007–2008). 18-месячное плавание в Арктике в рамках Международного Полярного года, значительная часть – дрейфование вмерзшей в лед яхты. Проводились гидрологические и метеорологические исследования

Tara Oceans (2009–2013). «Океан под микроскопом».
Собрано и проанализировано почти 35 тыс. образцов вирусов, водорослей и планктона.

Tara Pacific (2016–2019). Изучение биоразнообразия коралловых рифов Тихого океана. Пройдено более 62 тыс. миль, совершено 2677 погружений под воду с научными целями, собрано более 30 тыс. образцов.

Tara Microbiom (2020-2022). Маршрут 43,5 тыс. миль по Южной Атлантике. Приняли участие более 200 специалистов из 42 НИИ из разных стран. Цель экспедиции — изучение океанического микробиома — сообщества микроорганизмов, населяющих конкретную среду обитания и его взаимодействия с климатом и загрязнением.



Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований



Яхта «Альтер Эго» (LOA 17 м.) построена на Украине в 1997 г. Водоизмещение – 42 т, материал корпуса – сталь, вместимость 12 человек.

12 научно-исследовательских рейсов в Арктике в 2012 - 2022 годах общей протяженностью 30 тыс. морских миль.

С 2016 года экспедиции в рамках проекта «Открытый Океан» Ассоциации «Морское наследие».

2016-2021 годы - серия экспедиций по международному орнитологическому проекту [МОПТРЭК](#) по изучению миграций морских птиц Северной Атлантики.

2017-2019 годы - исследования пластикового загрязнения на высокоширотных островах российской Арктики.



Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований



Яхта «Надежда» (LOA 14 м.) построена в Польше в 2013 году. Водоизмещение – 12 т, материал корпуса - стеклопластик, вместимость - 12 человек, способность к автономному плаванию – 4000 миль.

В 2004-2019 г.г. ФГУП «Аварийно-технический центр Минатома России» при участии АО «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина» осуществлял ежегодный радиологический мониторинг природных сред Балтийского моря и работы по отбору проб морской воды и донных отложений в рамках международной программы ХЕЛКОМ «Мониторинг радиоактивности Балтийского моря».

Для отбора проб использовался глубоководный пробоотборник «Спрут-1» и система для отбора неразрушенных кернов донных отложений фирмы KART.

Для сокращения больших объёмов проб воды, привозимых в стационарную береговую лабораторию, использовалась сорбционная установка «РАПАН», изготовленная в АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» и предназначенная для концентрирования радионуклидов на сорбентах.



Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований



Яхта «Тарантелла» (LOA 9,1 м.) построена в Финляндии в 1980 году. Водоизмещение – 3,2 т, материал корпуса - стеклопластик, вместимость - 6 человек, способность к автономному плаванию – 2000 миль.

В 2023 году Навигацкой школой совместно с ФГБУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт», Институтом озероведения РАН, НПО «Радар ММС» и СПбГУ были проведены экспедиционные работы в проливе Бьеркезунд, Финского залива.

Основная цель проведения работ заключалась в отработке методики выполнения гидрологических и экологических наблюдений с борта малого парусного судна.



Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований



Основные задачи:

1. Подготовка технологического оборудования для океанографических наблюдений;
2. Измерение температуры и солености воды с использованием CTD-зондов;
3. Измерение течений на различных горизонтах CTD-зондами по отдельности и совместно с постановкой в донной раме;
4. Отбор проб воды с различных горизонтов;
5. Отбор проб поверхностного слоя воды на микропластик;
6. Отбор проб грунта.



Опыт использования малых парусных судов для океанографических исследований



Определение вертикального распределения температуры, солености и мутности воды производилось при помощи CTD-зонда CTD48M с мутномером (Sea&Sun Technology GmbH, Германия) и CTD-зонда Вектор-3 (АО НПП «Радар ммс», Россия).

Для выполнения наблюдений за течениями на различных горизонтах были использованы измерители течений Aquadopp, (Испания) и CTD-зонд Вектор-3 (Россия). Также была реализована постановка измерителей течений в донной раме, имитирующей возможность постановки автоматической донной станции с несколькими приборами.

Отбор проб воды с заданной глубины для определения различных гидрохимических характеристик проводился с использованием батометров Нискина (Акваинструмент, Россия) и Руттнера (Гидрометприборы, Россия).

Отбор проб на содержание пластиковых частиц в поверхностном слое воды производился с использованием нейстонной сетки типа Манта (ИНОЗ РАН, Россия).

Отбор проб поверхностного слоя донных отложений производился при помощи ковша Ван-Вина.



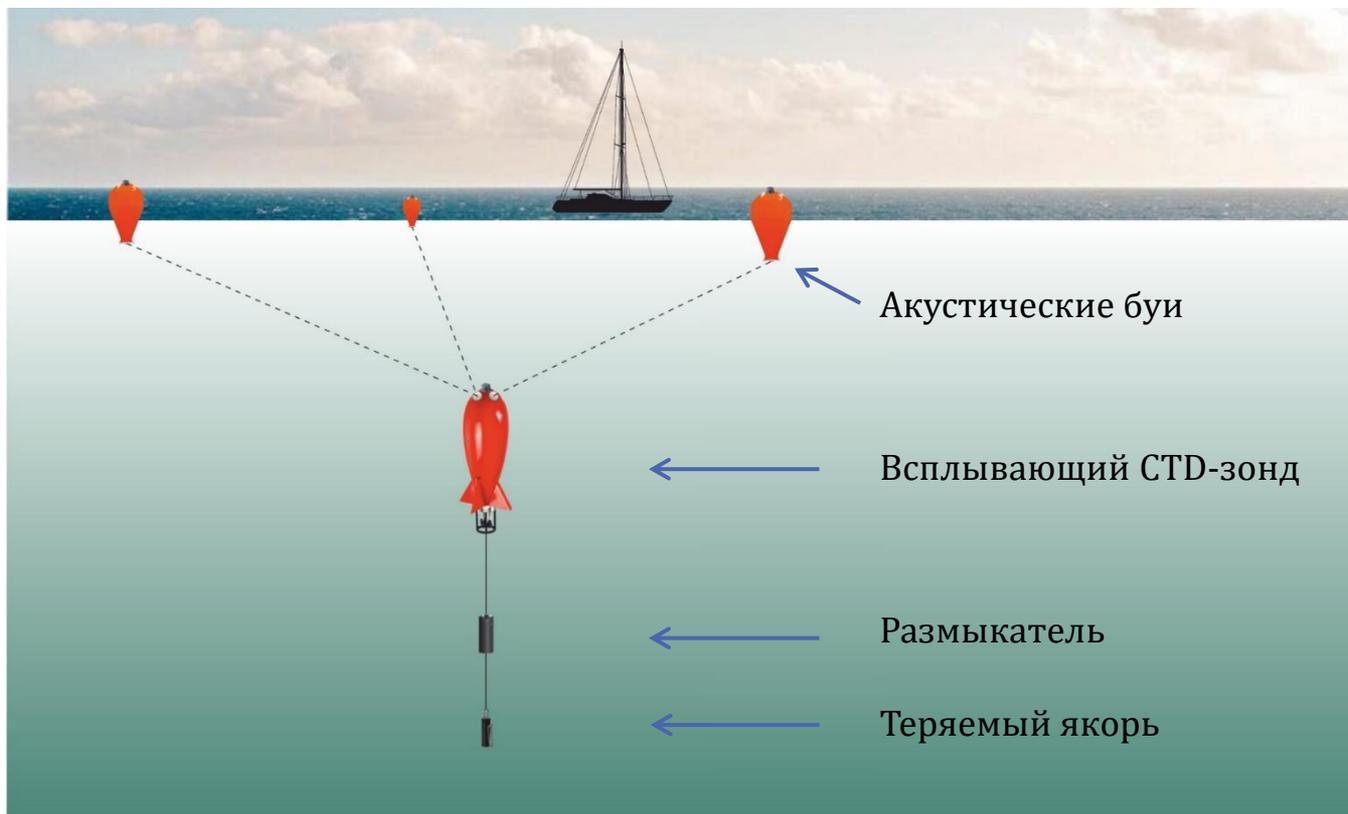


Специальное оборудование для глубоководных исследований

- **Гидрологический комплекс на основе всплывающего STD-зонда**

АНО ДПО «Навигацкая школа» осуществляет опытно-конструкторские работы по разработке гидрологического комплекса на основе STD-зонда всплывающего типа, позволяющего производить глубоководное (до 6000 м) зондирование с борта малых парусных судов со снятием вертикального профиля течений.

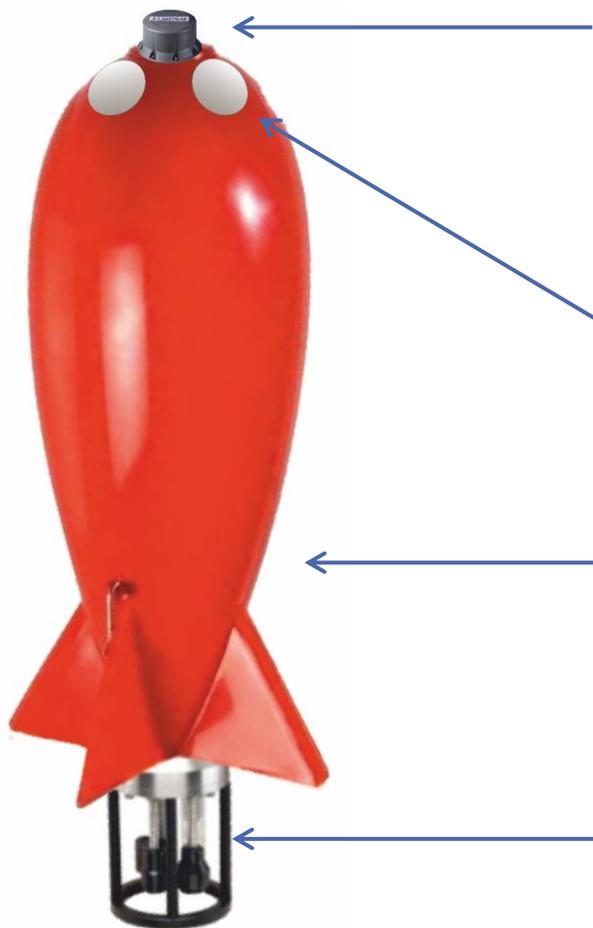
Такой комплекс является инновационным, ранее не применявшимся. Зарубежные аналоги отсутствуют.





Специальное оборудование для глубоководных исследований

- **Гидрологический комплекс на основе всплывающего CTD-зонда**



Приемо-передатчик ГНСС/Гонец:

Служит для поиска CTD-зонда после всплытия.
Определяет координату и отправляет ее по спутниковому каналу связи.

Акустический приемо-передатчик

Служит для приема акустического сигнала и излучения ответного сигнала для определения расстояния до каждого из 3-х акустических буев.

Корпус из композитных материалов,

Выдерживает давление до 60 МПа,
Гидродинамическая форма исключает горизонтальное планирование

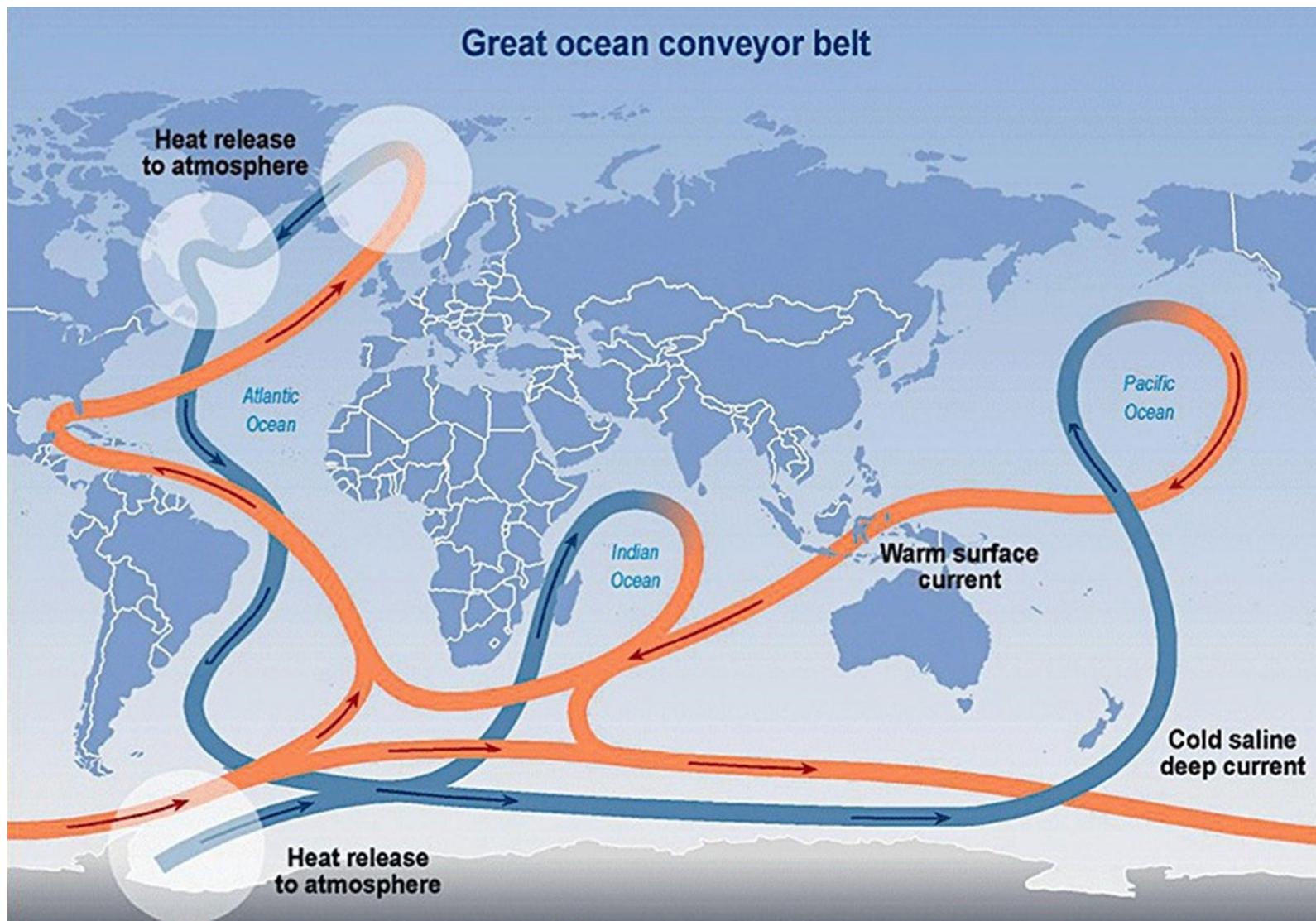
Блок датчиков

Температура, давление, электропроводность, кислород, и пр.

Специальное оборудование для глубоководных исследований



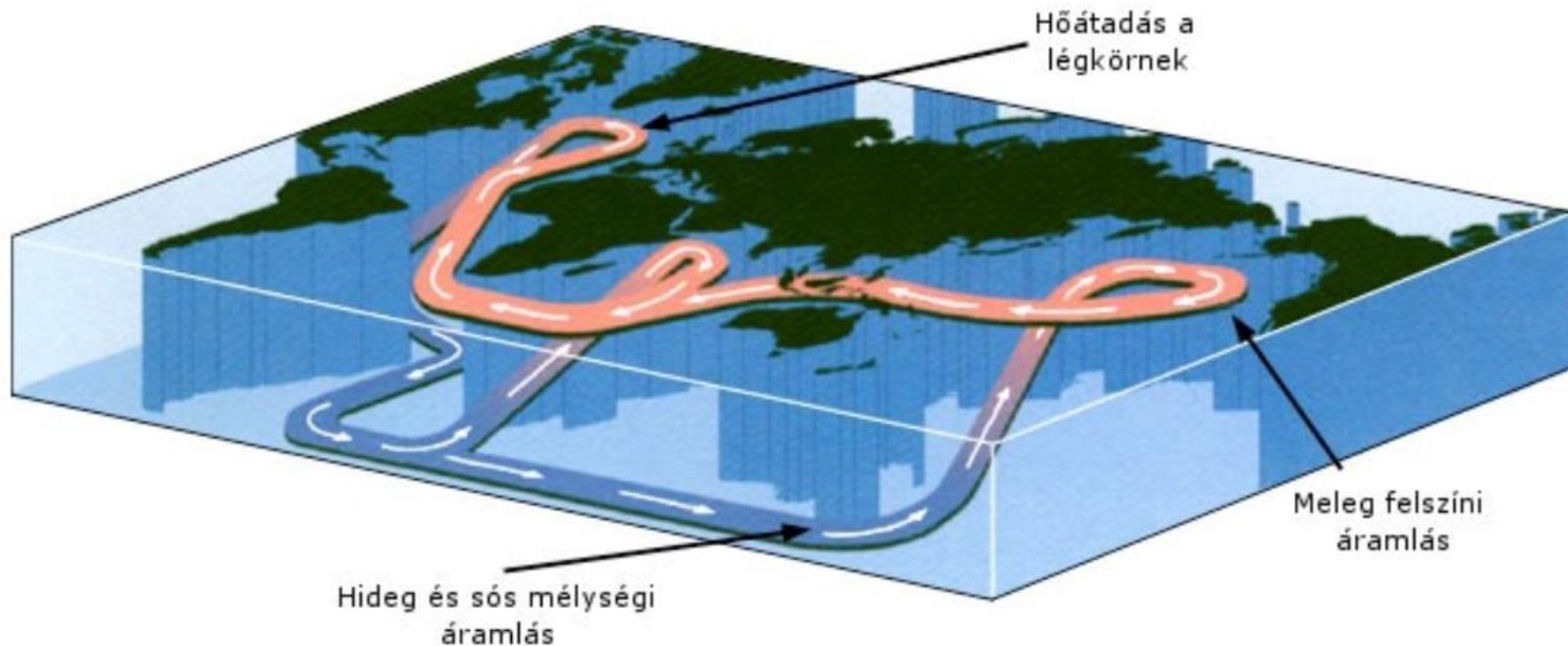
- Гидрологический комплекс на основе всплывающего CTD-зонда





Специальное оборудование для глубоководных исследований

- Гидрологический комплекс на основе всплывающего CTD-зонда





Специальное оборудование для глубоководных исследований

- Гидрологический комплекс на основе всплывающего CTD-зонда

Этап	Ответственный	Финансирование
Разработка прототипа корпуса и его испытание для получения необходимых гидродинамических характеристик	Навигацкая школа	За счет собственных средств
Разработка корпуса и его испытание на механическую прочность при давлении до 60 МПа.	Навигацкая школа	За счет собственных средств
Разработка и испытание размыкающего механизма	Навигацкая школа	За счет собственных средств
Разработка блока сбора и обработки гидрологической информации	АНИИ НПО «Радар-ММС»	За счет собственных средств
Разработка и испытание ГНСС/Гонец передатчика	Навигацкая школа	За счет собственных средств
Разработка и испытание системы позиционирования, позволяющей получать 3-мерную траекторию всплывающего буя по которой составляется вертикальный профиль течений	Навигацкая школа ООО «Фарватер» АНИИ	Государственные источники финансирования



Заключение

- Мореходность малых парусных судов позволяет их использовать для совершения длительных научных экспедиций в открытом море.
- Уже накоплен значительный зарубежный и российский опыт использования таких судов в качестве НИС, в том числе, в Арктике и Антарктике.
- Существует парк научного оборудования, подходящего для использования на малых парусных судах.
- Количество видов работ, которые могут быть проведены с борта малых парусных судов, весьма значительно. Это и выполнение океанографических разрезов и отдельных станций, постановка и снятие буйковых и донных станций, измерение течений, метеорологические наблюдения, экологический мониторинг, включающий отбор проб воды, фитопланктона и микропластика, и пр.
- Экономические показатели эксплуатации малых парусных судов в качестве НИС позволяют в короткие сроки значительно увеличить количество океанографических исследований без значительных материальных вложений.
- Перспективный район использования малых парусных судов в качестве НИС – российская Арктика, где существует постоянная потребность океанографических исследований для различных целей.