



СБОРНИК

работ лауреатов
международного конкурса научных,
научно-технических
и
инновационных разработок,
направленных на развитие и освоение Арктики
и континентального шельфа



ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ



СОДЕРЖАНИЕ

Введение к первому изданию работ лауреатов «Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа»	5
Ядерная энергетическая установка подводного необитаемого атомного энергетического модуля для электроснабжения подводно-подледных буровых и добывающих установок для разведки и освоения Арктики и континентального шельфа ОАО «ОКБ машиностроения имени И.И.Африкантова» ГК по атомной энергии «Росатом»	7
Энергоблок для АЭС малой мощности с РУ «Униформ-30» ОАО «Орден Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энергетике имени Н.А.Долгушина» ГК по атомной энергии «Росатом»	20
Энергоблок для АЭС малой мощности с РУ «НИКА-330» ОАО «Орден Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энергетике имени Н.А.Долгушина» ГК по атомной энергии «Росатом»	31
Имитационная модель энергообеспечения подводного добычного комплекса перспективного газоконденсатного месторождения Арктического шельфа ИИЦ «Курчатовский институт»	39
Концептуальный проект мобильной ледостойкой буровой установки, унифицированной для перспективных участков мелководного шельфа ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «ЦКБ МТ Коралл»	45
Создание современных технологий безопасной проводки крупнотоннажных судов в ледовых условиях на основе разработки инновационных новых технических средств для разрушения льда ФГУП «Крыловский государственный научный центр»	61
Создание современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры управления движением судов в Карском море с использованием автоматизированных идентификационных систем ФГБОУ ВПО «ГУМРФ» им. Адмирала С.О.Макарова»	70
Многофункциональное судно – катамаран ЗАО «Научно-производственное Предприятие Подводных технологий «ОКЕАНОС»	77
Транспортно-логистические комплексы на базе воздушного судна ЧЕТРА ТМ-140 в рамках реализации Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации ОАО «ЧЕТРА - промышленные машины»	85
Перспективы использования металлополимерных труб в комбинированных установках при разработке арктического шельфа ОАО «Зарубежнефть»	93



ЗАО «Научно-Производственное Предприятие Подводных Технологий «ОКЕАНОС» - независимая, частная компания, основанная в 2003 году в Санкт-Петербурге, специализирующаяся на инжиниринге и обеспечении проектов в области подводных технологий.

Наша специализация:

- Инжиниринг в области подводных технологий;
- Подводные робототехнические системы (ТНПА рабочего и осмотрового классов, АНПА, глайдеры);
- Модульные многофункциональные учебно-тренировочные комплексы;
- Модульная компоновка для обеспечения подводно-технических и аварийно-спасательных работ для многофункциональных судов;
- Техническая поддержка заказчиков дистанционно или непосредственно на месте работ;
- Обслуживание всех видов водолазного снаряжения и оборудования, а также сопутствующей техники.

Уровень новизны предлагаемых технических разработок компании позволяет регулярно патентовать как технические, так и технологические решения, активно приобретаемые в дальнейшем другими участниками рынка подводных технологий.

Комплекс, предлагаемых нами решений включает в себя:

- экономический и технологический анализ задач, стоящих перед Заказчиком;
- полный цикл проектирования, производства и комплектации оборудования;
- подготовку персонала;
- предоставление технической и организационной поддержки при выполнении работ Заказчиком.
- «Океанос» использует **только лицензионное программное обеспечение**, что позволяет оперативно получать самые последние обновления и работать с самыми современными версиями программ и приложений, а значит максимально быстро и оперативно предлагать Заказчику возможные варианты решения поставленной задачи.
- В связи с расширением объема работ по морской робототехнике и возрастанию объемов требуемой высокоточной обработки на современных обрабатывающих центрах, ЗАО "НПП ПТ "Океанос" расширило свой конструкторский потенциал, приступив к выпуску безбумажной конструкторской документации компьютер - станок на базе нового лицензионного конструкторского программного обеспечения системы автоматизированного проектирования (САПР) "Сименс":
 - 9 автоматизированных рабочих мест под управлением ПО Solid Edge Classic
 - 1 автоматизированное рабочее место под управлением ПО Solid Edge Premium
 - 1 автоматизированное рабочее место под управлением ПО Solid Edge Premium
 - Модули COSMOSWorks для прочностных расчетов.

Основные направления деятельности "ОКЕАНОС" включают в себя:

- Техническая поддержка Заказчиков
- Поддержка заказчиков при проведении работ
- Инжиниринг проектов в области подводных технологий любого уровня сложности
- Производство и поставки снаряжения и оборудования для подводных работ

ЗАО «Научно-Производственное Предприятие Подводных Технологий «Океанос»

Многофункциональное судно-катамаран для обеспечения нефтегазодобычи

Авторы:

- 1.Звягинцев Андрей Николаевич
- 2.Занин Владислав Юрьевич

Суда и корабли многокорпусных схем давно доказали свое право на существование, но до относительно недавнего времени области их использования были весьма ограничены. Катамараны стали весьма популярной схемой для паромов, яхт, рыболовецких судов небольшого тоннажа и фактически стандартом для скоростных катеров. Использование катамаранной схемы для судов общего назначения и боевых кораблей оставалось делом единичных экспериментов. Несмотря на очевидные преимущества использования катамаранной схемы для многих классов судов, консерватизм отрасли и наличие большого количества уже имеющихся проектов и прототипов привел к снижению скорости внедрения нетрадиционных корпусных схем.

Однако в последнее время в данной отрасли наметился очевидный перелом. Сразу несколько судостроительных компаний объявили о создании судов катамаранного типа для использования в качестве судов обеспечения подводно-технических работ, судов для снабжения и обслуживания буровых установок, многофункциональных судов обеспечения. Серьезным шагом для признания нетрадиционных и многокорпусных концепций стало принятие ВМС США программы Littoral Combat Ship (LCS), в ходе которой конкурирующие компании представили проекты – компания Lockheed Martin представила проект традиционного однокорпусного скоростного корабля, компания General Dynamics – концепцию боевого тримарана. Первоначально планировалось выбрать один из проектов, но после постройки 2-х кораблей по каждому проекту выяснилось, что ВМС США не в силах определить явное преимущество той или иной концепции, так что было получено специальное разрешение от Конгресса США на запуск в серию обоих кораблей. Всего планируется построить 10 кораблей каждого проекта.

Несмотря на то что проект LCS в целом подвергался серьезной критике (по не «судостроительным» причинам) на разных этапах, выбор многокорпусной компоновки не оспаривался и не вызывал сомнений даже у критически настроенных к проекту экспертов. Важно отметить, что несмотря на один из существенных аспектов, на который постоянно указывают противники многокорпусных схем – увеличенную (в связи с увеличением количества корпусов) строительную стоимость корпуса, общие затраты на строительство однокорпусного и многокорпусного корабля оказались сходными и вписались в рамки установленных Конгрессом ограничений.

Вторым интересным проектом представляется имеющийся в распоряжении Армии США

корабль TSV-1X (Theatre Support Vessel), представляющий собой водоизмещающий катамаран с максимальной длиной 96 м. После успешного использования в операциях в Персидском заливе (с 2000 г.) Пентагон принял решение о заказе в будущем серии из 12 кораблей.

В области гражданского судостроения в последние 5-10 лет отмечены тенденции о существенном отходе от традиций. В целях увеличения производительности судов, задействованных в области добычи и транспортировки сероводородов, нефтяные и эксплуатационные компании смелее идут на эксперименты, способные увеличить их прибыли и снизить издержки. Первым шагом стало признание катамаранной схемы для судов развозки экипажей буровых платформ, рыбных хозяйств и электростанций, использующих энергию ветра или течений). Повышенная вместимость, высокая скорость, увеличенная автономность и дальность плавания катамаранов привела к достаточно широкому распространению судов (длиной от 25 до 50 м) данного типа. Интересно отметить что некоторые компании широко применяют композитные материалы для судов с длиной корпуса 25-35 м. Исторически активны на данном рынке австралийские и новозеландские компании, например только у одной австралийской компании INCAT свыше 20 проектов судов от 25 до 130 м, одним из которых является упомянутый выше TSV-1X для американской армии. Та же компания (наряду с европейскими, азиатскими, американскими фирмами и консорциумами) объявила о начале постройки целой линейки многофункциональных судов обеспечения буровых платформ (MSV).

Несмотря на бытующее в среде судостроителей мнение о слабой ледовой пригодности катамаранов, практический опыт создания судов, специально предназначенных для работ в тяжелых северных условиях, наглядно демонстрирует эффективность многокорпусных концепций. Так, ВМС Норвегии поставили на вооружение семейство ударных ракетных катеров, специально предназначенных для северного ТВД. 6 построенных кораблей типа Skjold участвовали во многих учениях НАТО и являются самыми быстрыми водоизмещающими кораблями альянса.

Многофункциональное судно обеспечения подводно-технических работ катамаранной схемы.

В связи с вышеизложенным, очевидно что создание на базе катамаранной компоновки судна обеспечения является перспективной и актуальной задачей. Среди задач, возлагаемых на многофункциональное судно обеспечения:

· Обеспечение работ телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА) осмотрового и рабочего класса;

- работ автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА);
- работ автономных необитаемых планирующих подводных аппаратов (глайдеров);
- полётов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);
- работ автономных и привязных обитаемых подводных аппаратов (ОПА);
- работ жёстких водолазных скафандров (ЖВС);
- водолазных работ;
- поисково-обследовательских работ;
- аварийно-спасательных работ;

- подводно-технических работ;
 - ликвидации и разливов нефти (ЛАРН);
 - энергетического снабжения;
 - морских научно-исследовательских работ;
 - морских инженерных изысканий;
 - гидрографических работ;
 - противопожарных функций;
 - развозка экипажей морских инженерных сооружений.
- К преимуществам катамаранной схемы, задающим конкурентное превосходство судна на данной платформе, можно отнести:
 - Увеличение площади рабочей палубы (являющейся ключевой характеристикой для описания эффективности судов обеспечения);
 - Увеличение грузоподъемности;
 - Улучшение остойчивости, являющееся актуальным в силу наличия большого количества погрузочно/разгрузочных операций, в том числе с тяжелыми (свыше 10 т) грузами, поднимаемыми на большую высоту при ПТР или загрузке на буровые платформы. Запас остойчивости позволяет без опасений размещать тяжелые грузы и функциональные модули на верхней палубе.
 - Улучшение параметров качки, в особенности – боковых ускорений, которые являются критичными для работы спуско-подъемных устройств при проведении ПТР;
 - К недостаткам катамаранов традиционно относят более высокую строительную стоимость, обусловленную большим количеством корпусных металлоконструкций. Также существенную сложность представляет проектирование катамаранов в части мореходности и ходкости – при том что в целом катамараны как класс обладают заметно лучшими мореходными качествами и лучшей ходкостью, эффекты взаимного влияния корпусов плохо поддаются аналитическому расчету и существенно подвержены модельным эффектам при практических испытаниях в буксировочном бассейне. Однако для интересующего нас класса судов высокие показатели скорости не являются определяющими, эксплуатационные скорости судов обеспечения лежат в диапазоне 10-15 узлов. Также определенную сложность при проектировании представляет собой прочностной расчет среднего корпуса и соединительных элементов. Данный модуль испытывает постоянные знакопеременные нагрузки большой интенсивности и является очагом потенциальных усталостных напряжений.
- **Описание АХТ и внешнего облика судна.**
 - В докладе рассматривается МЦСО катамаранного типа. Архитектурно-конструктивный тип – водоизмещающий катамаран. Соотношения L/B и B/T корпусов, а также отстояние корпусов друг от друга должны быть выбраны в ходе проектирования по критериям максимальной вместимости (максимизации коэффициента использования водоизмещения), благоприятных параметров качки (критичной для работы функциональных подсистем), мореходности и технологичности. Скоростные характеристики, как указано выше, не являются доминирую-

щими для судов данного класса, однако необходимое внимание должно быть уделено экономичности в ходовых режимах.

- Для нормальной работы современного подводно-технического оборудования, проведения водолазных спусков, работы телеуправляемых аппаратов и швартовки к морским инженерным сооружениям требуется установка системы динамического позиционирования классом не ниже DYNPOS II (DP 2). Установка данного класса подразумевает существенное резервирование энергетических установок и исполнительных механизмов. Необходимо отметить, что у судов класса МЦСО и судов обеспечения ПТР энергетическая система работает с большей мощностью не в режиме перехода (экономическим ходом), а в режиме работы, когда судно удерживается на месте системой ДП и использует одну или несколько функциональных подсистем (например комплект телеуправляемого аппарата рабочего класса или водолазный комплекс).
- В связи с расположением углеводородных ресурсов на шельфе Российской Федерации очевидно что к любому судну, предназначенному для обеспечения работы месторождений и/или трубопроводов, должны применяться требования по ледовому классу, а также защите механизмов и систем судна от действия низких температур (Winterization). Соответствующим ледовым классом представляется Ice3 по классификации Российского Морского Регистра судоходства, позволяющий судну плавать в мелкобитом льду и проходить за ледоколом при толщине поля до 0.7 м. Вопрос проводки катамаранов за ледоколом несомненно будет представлять определенную техническую сложность, однако модель использования катамаранных судов обеспечения не подразумевает ледокольных проводок в арктических условиях.
- Необходимо также принять во внимание потребность в размещении спецперсонала, не входящего в состав постоянного экипажа и задействованного на эксплуатации функциональных подсистем. Численность спецперсонала может составлять от 10 до 20-25 человек. При выборе катамаранной компоновки проблемы комфортного размещения решаются значительно проще. Для катамарана длиной 40-60 м уровень автоматизации должен позволять нормальную эксплуатацию постоянным экипажем в 10-12 человек.
- Наличие моста, соединяющего корпуса катамарана, дает возможность легкого и экономически эффективного обустройства систем, механизмов и приспособлений для работы функциональных подсистем, задействованных в обеспечении ПТР и работ различных подводных и опускных аппаратов. Для судна традиционной однокорпусной компоновки выполнение даже относительно небольшой шахты (moonpool) - сложный и затратный элемент конструкции, так как шахта и устройства/механизмы ее обслуживания занимают существенные объемы на всех палубах судна; также определенную трудность представляет обустройство закрытий. Широко используемые устройства типа слипов на судах однокорпусной компоновки вынуждают терять значительную часть подпалубного объема в кормовой части судна, вынуждая переносить машины и механизмы ближе к носу. На катамаранах выполнение слипа не оказывает существенного негативного влияния, более того – есть возможность создания многофункционального спуско-подъемного устройства в виде слипа/опускной горизонтальной платформы, которая может быть использована в том или ином режиме. В настоящее время такая конструкция запатентована.
- В настоящее время также существует патент на полностью модульную конструкцию надстроечной части катамаранного судна. Идея представляется весьма перспективной с учетом появляющихся в результате функциональных возможностей по адаптации всего надпалубного пространства к конкретной задаче. Например, имеется возможность возведения «ветрозащитной» стены из модулей надстройки для работы в условиях сильного ветра, которая затем может быть демонтирована для перевозки крупногабаритных грузов снабжения буровых установок.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СУДНО-КАТАМАРАН



МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СУДНО-КАТАМАРАН ПРЕДНАЗНАЧЕНО ДЛЯ:

- поисково-обследовательских и аварийно-спасательных работ;
- подводно-технических работ;
- эскортных задач при проводке единичных судов и конвоев и других задач.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СУДНО-КАТАМАРАН ОБЕСПЕЧИВАЕТ РАБОТУ:

- автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА);
- автономных необитаемых планирующих подводных аппаратов (глайдеров);
- телеуправляемых подводных аппаратов (ТПА) осмотра и рабочего класса;
- беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);
- автономных и привязных обитаемых подводных аппаратов (ОПА);
- жестких водолазных скафандров (ЖВС);
- контейнеризованного вооружения.

Патент на полезную модель:

Заявка №2013108045/11(011948) от 25.02.2013, решение о выдаче патента от 08.07.2014

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Класс	морское специальное судно
Подкласс	многофункциональное судно-катамаран KM ICE3 1 AUT1 EPP (специальное) DYNPOS-2 Special Vessel Catamaran

Главные размеры (масштабируемые по увеличению водоизмещения):

длина наибольшая	- от 35 м
ширина наибольшая	- от 8,5 м
осадка	- от 2,2 м
Водоизмещение полное	- от 350 т
Скорость экономического хода	- от 10 узлов
Автономность	- от 20 суток

Представлена концепция, обрисован внешний облик и функционал многоцелевого универсального судна катамаранной компоновки для нужд нефтегазовой отрасли.

Имеющиеся данные о строительстве и использовании судов катамаранной компоновки в качестве судов снабжения, судов обеспечения подводно-технических работ и научных судов позволяют с уверенностью утверждать, что концепция универсального судна типа «катамаран» является экономически, технически и технологически оправданной.



Рисунок 1. Общий вид и функциональные зоны концепта судна-катамарана

Основой концепта является применение принципа модульности и взаимозаменяемости. Путем применения отдельных модульных единиц, судно за короткое время может быть переоборудовано под конкретную задачу, что делает его одновременно универсальным и специализированным. Например, на Рис.2 представлена конструкция рабочей площадки, позволяющая использовать рабочую площадку и как часть рабочей палубы, и как слип, и как опускающую шахту.

При использовании судна в качестве универсального, преимущества катамаранной компоновки (большая площадь рабочей палубы, высокая скорость, высокая энерговооруженность, лучшая обитаемость) являются ключевыми. Функциональное оборудование может выполняться в виде (стандартизованных) модулей, что позволяет производить быстрое переоснащение судна.

МФСК с модульным насыщением надстройки и рабочей палубы :

- обеспечивает большую свободную площадь рабочей палубы, что позволяет принять на борт судна больше специализированного оборудования для обеспечения работ и обеспечить более стабильную платформу для выполнения работ.
- обеспечивает высокие мобилизационные характеристики судна.
- снижает вероятность простоя оборудования в период ремонта судна и снижает простой судна при переоборудовании судна под выполнение актуальных работ.

- Возможность использовать модульные дизель-электростанции снижает ограничение мощности устанавливаемого оборудования.
- Модульное оборудование может быть переброшено с одного района применения в другой на обеспечение усиления группировки обеспечения подводно-технических работ и с успехом применено с судов аналогичных или иных проектов.



Рисунок 2. Рабочая площадка в 3 основных положениях.

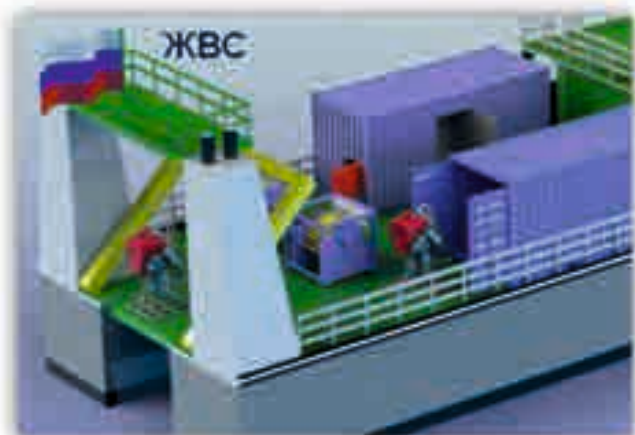
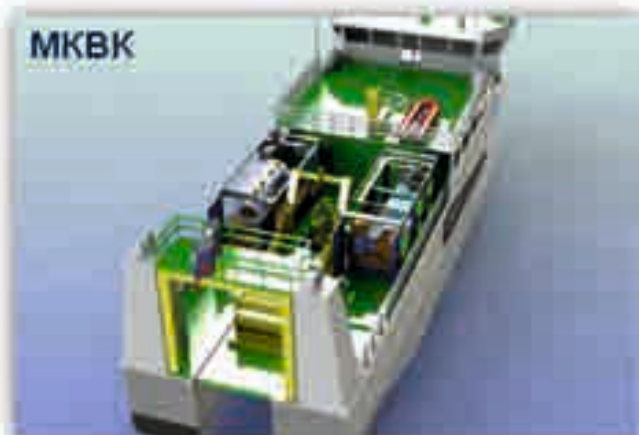


Рисунок 3. Некоторые варианты оснащения МФСК.